МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ



В БИОЛОГИИ
И
МЕДИЦИНЕ

4 (32)
2003

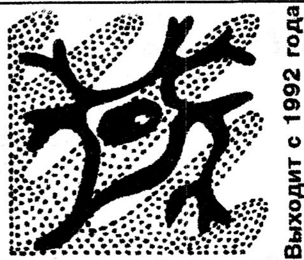
В НОМЕРЕ:

Влияние КВЧ-излучения на инфрадианную ритмику физиологических процессов

Молекулярная КВЧ-акустотерапия

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 47816 В КАТАЛОГЕ “РОСПЕЧАТЬ”: ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ

МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ



Выходит с 1992 года

Научно-практический журнал

Содержание **№ 4 (32)** **2003**

СТАТЬИ

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Учредитель: ЗАО «МТА-КВЧ»
Моховая ул., д.11, корп.7, Москва, К-9, ГСП-9, 101999
ИРЭ РАН для ЗАО «МТА-КВЧ»
Тел.: (095) 203-47-89
Факс: (095) 203-84-14
E-mail: N.Leb@relcom.ru

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации.
Свидетельство о регистрации № 0110708 от 27 мая 1993 г.
Лицензия на издательскую деятельность № 001995, серия ИД № 01887, код 221 от 30.05.2000 года.

Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты на инфрадианную ритмику физиологических процессов



Чуян Е.Н., Московчук О.Б., Темурьянц Н.А.

Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, г.Симферополь

Изучено влияние низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на инфрадианную ритмику поведенческих реакций и функционального состояния нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс. Показано, что действие ЭМИ КВЧ на инфрадианную ритмику зависит от исходного функционального состояния организма. Изменение инфрадианной ритмики исследованных процессов под влиянием ЭМИ КВЧ у интактных животных выражаются перестройкой амплитудно-фазовых характеристик отдельных периодов. Если ритмические процессы нарушены ограничением подвижности, результатом чего является гиперсинхронизация в поведенческих реакциях и десинхроноз в показателях функционального состояния лимфоцитов и нейтрофилов, действие ЭМИ КВЧ нормализует временную организацию. Высказано предположение о том, что в механизмах биологического действия ЭМИ КВЧ важнейшую роль играет его способность модифицировать временную организацию физиологических систем.

Одной из важнейших проблем экологической физиологии является изучение временной организации физиологических систем [1-3]. Адекватной характеристикой временной организации является спектр с широким диапазоном периодов, в котором хорошо изучены лишь циркадианные ритмы, соответствующие одной линии спектра [4]. Гораздо менее изучены инфрадианные ритмы физиологических систем, исследование которых представляет собой актуальную задачу.

В настоящее время не вызывает сомнения тот факт, что все периодические процессы целостного организма синхронизированы с изменениями факторов внешней среды, амплитуда которых может быть очень малой [5]. Получило экспериментальное подтверждение предположение о том, что датчиком времени в широком диапазоне периодов является переменное магнитное поле сверхнизких частот естественного происхождения, [6]. Установлено, что электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высоких частот (КВЧ) обладает высокой физиологической активностью, под влиянием этого фактора изменяется функциональное состояние многих физиологических систем [7, 8]. Однако до сих пор отсутствуют данные о влиянии ЭМИ КВЧ на временную организацию и, в частности, на инфрадианную ритмику физиологических процессов.

В связи с этим задачей настоящей работы явилось исследование влияния ЭМИ КВЧ на инфрадианную ритмику показателей поведения, функционального состояния лимфоцитов и нейтрофилов крови крыс, при изолированном и комбинированном с гипокинезией действии ЭМИ КВЧ.

Материалы и методы

Исследование влияния ЭМИ КВЧ на инфрадианную ритмику исследуемых физиологических показателей выполнено на экспериментальных животных. В работе использованы 80 беспородных белых крыс-самцов массой 200-250 г. Для проведения экспериментов отбирали крыс со средним уровнем двигательной активности (СДА) и низкой эмоциональностью в

тесте «открытого поля» (ОП), которые обладают сходными индивидуально-типологически-ми особенностями и однотипно реагируют на различные воздействия [9]. Для изучения инфрадианной ритмики физиологических процессов, отобранных в тесте ОП крыс, распределяли в повторных опытах на 4 равноценные группы по 18-20 особей в каждой. К первой группе относились животные, содержащиеся в обычных условиях вивария (биологический контроль, К). Вторую группу составляли животные, содержащиеся в условиях гипокинезии (ГК). Ограничение подвижности моделировалось помещением крыс в специальные кассеты из оргстекла, в которых они находились 22 часа в сутки. Животные третьей группы подвергались действию ЭМИ КВЧ. Четвертую группу составили крысы, одновременно находившиеся в условиях ГК и подвергавшиеся воздействию ЭМИ КВЧ.

Воздействие ЭМИ КВЧ осуществлялось ежедневно по 30 минут в течение 44 суток эксперимента на затылочную область животных с помощью одноканального генератора «Луч. КВЧ–01», с длиной волны 7,1 мм и плотностью потока мощности 0,1 мВт/см^2.

Кровь для исследований брали из хвостовой вены животных ежедневно в одно и то же время с 9^{00} до 10^{00} часов в течение 44 суток эксперимента. Функциональное состояние лимфоцитов и нейтрофилов оценивали на основании определения средней активности сукцинат- (СДГ) и α-глицерофосфатдегидрогеназ (α-ГФДГ) [10]. Кроме того, определяли коэффициент эксцесса и отношение средней активности α-ГФДГ к средней активности СДГ (α-ГФДГ/СДГ) в лимфоцитах и нейтрофилах периферической крови крыс в течение 44 суток эксперимента, что позволяет оценить соотношение анаэробных и аэробных процессов окисления глюкозы в клетке [11].

Для оценки ритмики поведенческих реакций были выбраны показатели горизонтальной (ГДА) и вертикальной двигательной активности (ВДА) животных в тесте ОП, которые определялись ежедневно с 8^{00} до 9^{00} часов в течение 44 суток эксперимента.

Обработку и анализ экспериментальных данных проводили с помощью параметрических и непараметрических методов. В связи с многоуровневыми взаимодействиями физиологических параметров, рассматриваемыми в нашей работе, был использован метод кластерного анализа. Амлитудно-фазовые характеристики исследуемых процессов рассчитаны с помощью косинор-анализа, который позволяет получить полное представление о структуре физиологических ритмов [12]. Анализ полученных данных проводился в программном пакете «STATISTICA 5.5» с использованием стандартных процедур.

Результаты и их обсуждение

Изучение ритмической составляющей двигательной активности интактных крыс в тесте ОП и функциональной активности лейкоцитов периферической крови контрольной группы животных позволило выявить в их изменениях инфрадианную периодичность, включающую ритмы продолжительностью ≈3^d,5, ≈5^d,5, ≈7^d,0, ≈9^d,0, ≈15^d,0 и ≈22^d,0. Инфрадианная периодика, включающая ритмы такой же или близкой продолжительности, обнаружена в различных физиологических процессах, например, в активности сердечно-сосудистой системы [13], системы крови и липидном обмене [14], показателей поведения крыс [15]. Важно подчеркнуть, что такие же периоды в инфрадианном диапазоне обнаруживаются в вариациях геофизических параметров [16]. Такое совпадение может служить дополнительным подтверждением мнения о том,

что переменные магнитные поля естественного происхождения могут использоваться организмами как датчики времени в широком диапазоне периодов.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что исследованные нами экспериментальные воздействия оказывают различное влияние на инфрадианную ритмику животных.

Стресс-реакция, вызванная гипокинезией, приводит к выраженному изменению инфрадианной ритмики всех исследованных физиологических показателей функционального состояния крыс, что выражается в изменении амплитуд выделенных ритмов во всех выделенных периодах относительно значений контрольной группы животных. В группе животных с ограниченной подвижностью амплитуды всех выделенных ритмов ГДА и ВДА возросли относительно соответствующих значений этих показателей у интактных животных, а амплитуды ритмов СДГ и α-ГФДГ как в нейтрофилах, так и в лимфоцитах, как правило, снижались (рис.1, 2).

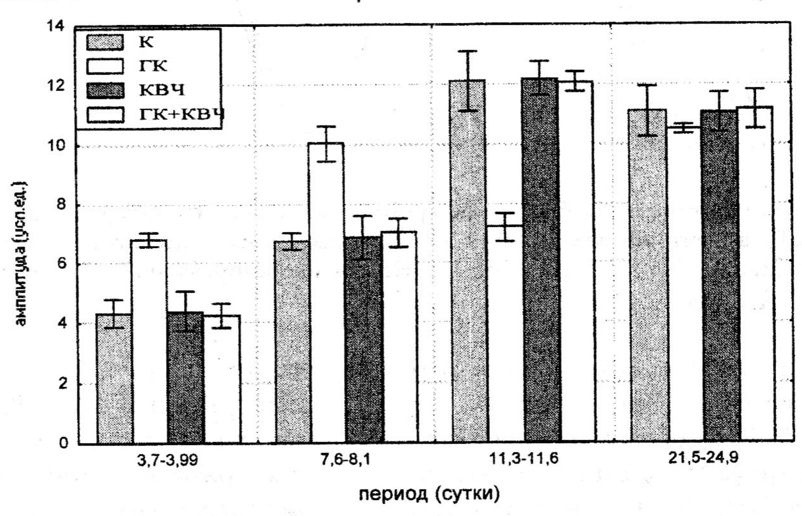


Рис.1. Амплитуды периодов интегрального ритма средней активности сукцинатдегидрогеназы в лимфоцитах крови контрольной группы крыс (К), при гипокинезии (ГК), воздействии ЭМИ КВЧ (КВЧ) и комбинированном воздействии гипокинезии и ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ).

Воздействие ЭМИ КВЧ приводит в основном лишь к тенденции увеличения амплитуд ритмов ГДА и ВДА, но в ≈22-дневном периоде ВДА отмечен достоверный рост данного показателя. Достоверных изменений амплитуд ритмов СДГ и α-ГФДГ по отношению к контролю как в лимфоцитах, так и в нейтрофилах при воздействии ЭМИ КВЧ не обнаружено. Вместе с тем выявлено снижение амплитуды окологнедельного ритма коэффициента эксцесса СДГ и возрастание амплитуды ≈17-дневного ритма отношения α-ГФДГ/СДГ в лимфоцитах.

Анализ результатов исследования действия ЭМИ КВЧ на крыс, находящихся в условиях ограничения подвижности, позволил выявить существенные изменения инфрадианной ритмики исследуемых показателей по сравнению с таковыми у гипокинезированных крыс. Так, при комбинированном действии ЭМИ КВЧ и ГК отмечено восстановление амплитуд выделенных ритмов двигательной активности крыс в ОП и средней активности дегидрогеназ в лимфоцитах и нейтрофилах.

Анализ фазовых характеристик также свидетельствует о различном влиянии гипокинезии и ЭМИ КВЧ на

инфрадианную ритмику исследованных показателей. Наиболее выраженный сдвиг фаз во всех выделенных периодах изученных показателей зафиксирован в группе животных с ограниченной подвижностью (рис.2).

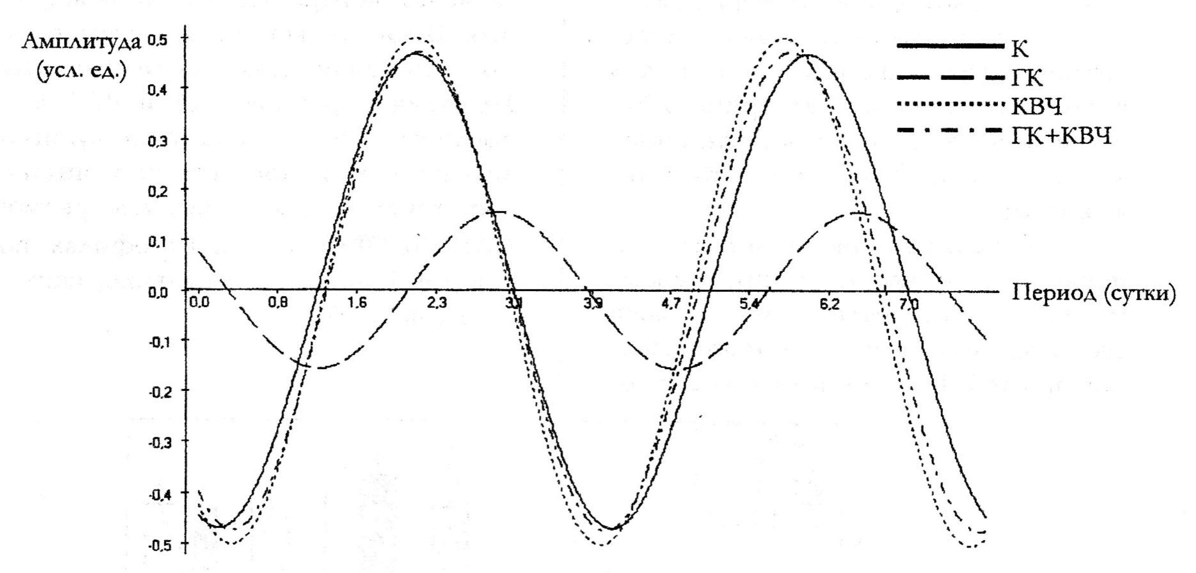


Рис.2. Фазовые соотношения биоритмов средней активности α-глицерофосфатдегидрогеназы (α-ГФДГ) в нейтрофилах крови крыс при различных воздействиях (К – контроль; ГК – гипокинезия; КВЧ – ЭМИ КВЧ; ГК+НВЧ – комбинированное с ГК действие ЭМИ КВЧ) в периоде $\approx 3^{d},5$.

ЭМИ КВЧ вызывает сдвиг фаз лишь в некоторых периодах отдельных показателей. Так, обнаружен достоверный сдвиг фазы ≈5-дневного ритма отношения α-ГФДГ/СДГ в лимфоцитах и ≈22-дневного ритма отношения α-ГФДГ/СДГ в нейтрофилах относительно контрольной группы животных.

При комбинированном воздействие ЭМИ КВЧ и гипокинезии фазовые соотношения всех изученных показателей во всех выделенных периодах приближаются к данным контрольной группы животных.

В результате зарегистрированного сдвига фаз изменяются и внутрифункциональные взаимоотношения исследуемых показателей. Между ГДА и ВДА, СДГ и α-ГФДГ в контрольной группе крыс существует определённые фазовые соотношения (рис.3), что является необходимым условием нормального функционирования организма [17]. Гипокинезия приводит к нарушению исходных фазовых взаимоотношений ритмов показателей, в результате чего фазы ритмов ГДА и ВДА сближаются, что приводит к гиперсинхронизации, а фазы ритмов α-ГФДГ и СДГ наоборот расходятся, что свидетельствует о десинхронозе (рис.3). Известно, что длительное ограничение подвижности приводит к развитию общего адаптационного синдрома, который всегда сопровождается изменением временной организации. Согласно данным литературы характер таких изменений может быть различным и выражается как гиперсинхронизацией [18], так и десинхронозом [19]. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что в различных функциональных системах эти два варианта нарушений временной организации при стрессе могут развиваться одновременно. Так, в поведенческих реакциях развивается гиперсинхронизация, а в лимфоцитах и нейтрофилах – десинхроноз. Чрезмерная синхронизация, как и рассогласование синхронности, является индикатором неблагополучной ситуации [20].

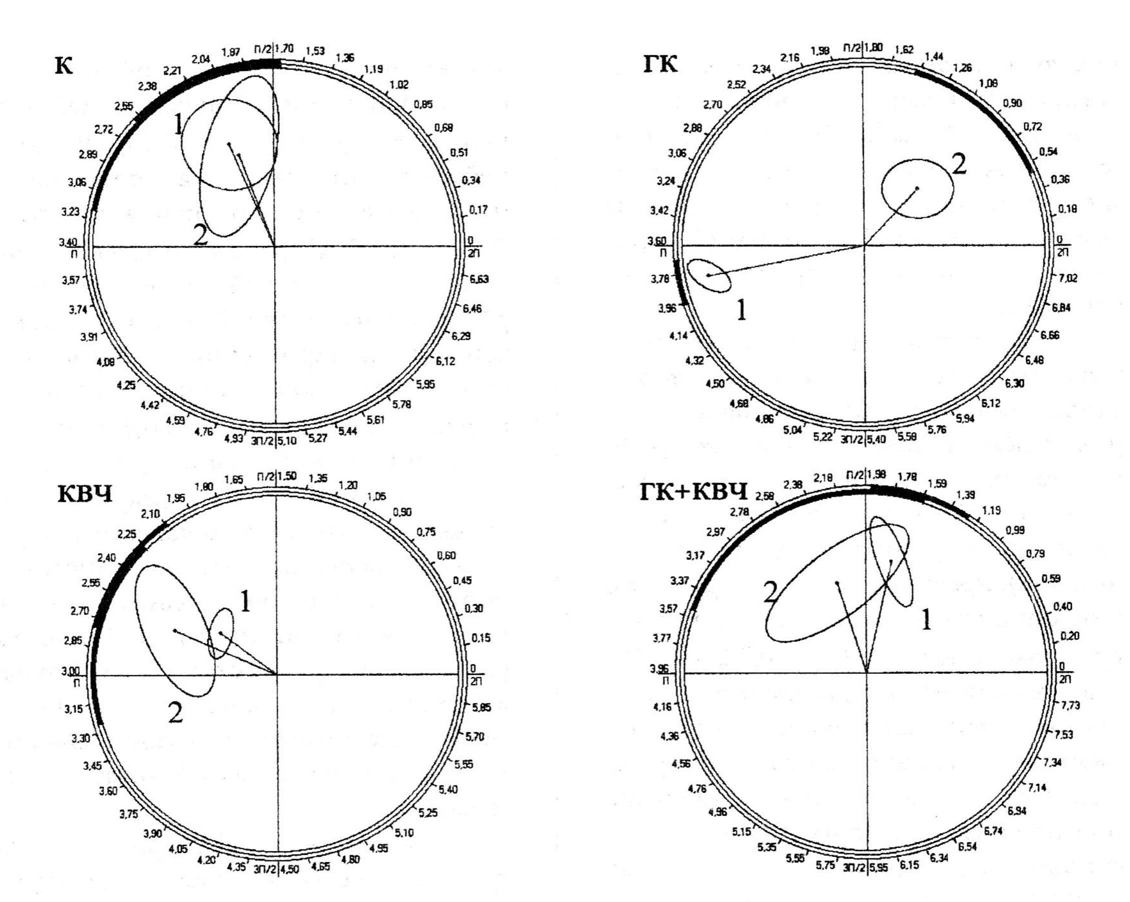


Рис.3. Соотношение фаз биоритмов средней активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и α-глицерофосфатдегидрогеназы (α-ГФДГ) в нейтрофилах крови крыс при различных воздействиях (К – контроль; ГК – гипокинезия; КВЧ – ЭМИ КВЧ; ГК+КВЧ – комбинированное действие гипокинезии и ЭМИ КВЧ) в периоде ≈7,0 суток: 1 – СДГ, 2 – α-ГФДГ.

При изолированном и комбинированном с ГК воздействии ЭМИ КВЧ наблюдается тенденция к восстановлению исходных фазовых соотношений исследуемых показателей в большинстве выделенных периодов (рис.3).

Корреляционный анализ подтвердил сведения, полученные с помощью косинор-анализа. Так, у интактных крыс выявлена положительная корреляционная связь между показателями ГДА и ВДА ($r= +0,49$; $p<0,05$). В группе гипокинезированных животных обнаружено повышение коэффициента корреляции в 1,4 раза ($r= +0,7$; $p<0,05$), что подтверждает данные о гиперсинхронизации. А в группах, подвергавшихся изолированному и комбинированному с гипокинезией воздействию ЭМИ КВЧ, коэффициенты корреляции ($r=+0,39$; $p<0,05$ и $r=+0,44$; $p<0,05$ соответственно) не обнаруживают достоверных отличий от таковых у интактной группы животных.

Анализ взаимоотношений средней активности СДГ и α-ГФДГ в нейтрофилах контрольной группы крыс на разных этапах эксперимента позволил выявить отрицательную корреляционную связь ($r=-0,60$; $p<0,05$) в первые 25 суток, а во вторую половину эксперимента (26-44 сутки) взаимоотношения между исследуемыми дегидрогеназами меняются на противоположные ($r= +0,49$; $p<0,05$). В имеющихся литературных данных положительная корреляция обнаруживается не более чем в 23-суточных экспериментах, что соот-

ветствует периоду наблюдения описанного феномена и в наших экспериментах [21, 22]. Наличие отрицательной корреляции между изученными ферментами, которая обнаружена нами в следующий 20-дневный период, в доступной литературе мы не встретили.

В группе гипокинезированных животных выявлено изменение взаимоотношений между дегидрогеназами, выражающееся в инверсии знака коэффициента корреляции в 1-10 сутки эксперимента. Усиление внутрифункциональной синхронизации (гиперсинхронизации), проявляющееся в возрастании коэффициентов корреляции в первые сутки эксперимента ($r= +0{,}72$; $p<0{,}05$), свидетельствует о повышении адаптационной нагрузки и согласуется с данными, полученными другими авторами [23]. Ослабление внутрифункциональной организации, проявляющееся в отсутствии достоверной корреляции между СДГ и α-ГФДГ, наступающее после гиперсинхронизации ($r=-0{,}29$; $p>0{,}05$), также согласуется с результатами других исследователей [24] и свидетельствует не только о фазности адаптационных реакций, развивающихся в ответ на действие стресс-фактора, но и об ослаблении координации в действии ферментов и развитии десинхроноза.

Отмеченный в контроле отрицательный коэффициент корреляции между дегидрогеназами в первую половину эксперимента сохраняется и при воздействии ЭМИ КВЧ ($r=-0{,}58$; $p<0{,}05$). Однако инверсия знака коэффициента корреляции ($r=+0{,}47$; $p<0{,}05$), свидетельствующая о синхронизации сопряженных окислительно-восстановительных процессов в лимфоцитах, наступает на 8 дней раньше (18-44 сутки).

Корреляционный анализ дегидрогеназ в группе животных, находящихся в условиях ограничения подвижности и дополнительно подвергавшихся действию ЭМИ КВЧ, показал наличие положительной корреляции между ними в первые 6 дней эксперимента ($r=+0{,}73$; $p<0{,}05$). В дальнейшем установленная согласованность колебаний средней активности СДГ и α-ГФДГ расстраивается и приобретает обратный знак ($r=-0{,}37$; $p>0{,}05$), а начиная с 27 суток для показателей дегидрогеназной активности снова характерна синхронность во временной динамике ($r=+0{,}63$; $p<0{,}05$), выявленная в контрольной группе крыс.

В лимфоцитах обнаружена не только сходная с лимфоцитами инфрадианная периодичность дегидрогеназной активности, но и одинаковый характер временной динамики. Таким образом, при различных воздействиях внутрифункциональные отношения между исследуемыми дегидрогеназами как в лимфоцитах, так и в нейтрофилах меняются.

Поскольку нейтрофилы и лимфоциты являются отдельными структурно-функциональными единицами, то можно предположить, что между ними существуют определённые межфункциональные взаимоотношения.

Эти отношения нами оценены на основе анализа взаимоотношений отношения α-ГФДГ/СДГ в лимфоцитах к данному отношению в нейтрофилах. Так, в группе животных, подвергавшихся воздействию ЭМИ КВЧ, выявлено уменьшение разности фаз между этими показателями по сравнению с контрольной группой животных, что также свидетельствует о синхронизации сопряженных процессов.

Наличие межфункциональных взаимоотношений между всеми исследуемыми показателями подтверждается и результатами кластерного анализа. Так, выявлена различная степень изменения межфункциональных отношений, отмеченных в контрольной группе животных в зависимости от вида воздействия. Наиболее выраженная перегруппировка показателей в от-

дельных кластерах и укорочение длины связей во всех кластерах отмечены в группе гипокинезированных животных (рис. 4), что подтверждает сведения о функциональном напряжении исследуемых систем. Применение кластерного анализа позволило выявить и некоторое изменение межфункциональных взаимоотношений под влиянием ЭМИ КВЧ, которое выражалось в перестройке показателей 1 и 2 кластеров, а именно СДГ и α-ГФДГ в нейтрофилах, и в тенденции к восстановлению длины связей во всех кластерах, выявленной в контрольной группе животных. При этом общий порядок расположения и распределение показателей в остальных кластерах оставались такими же, как в контрольной группе.

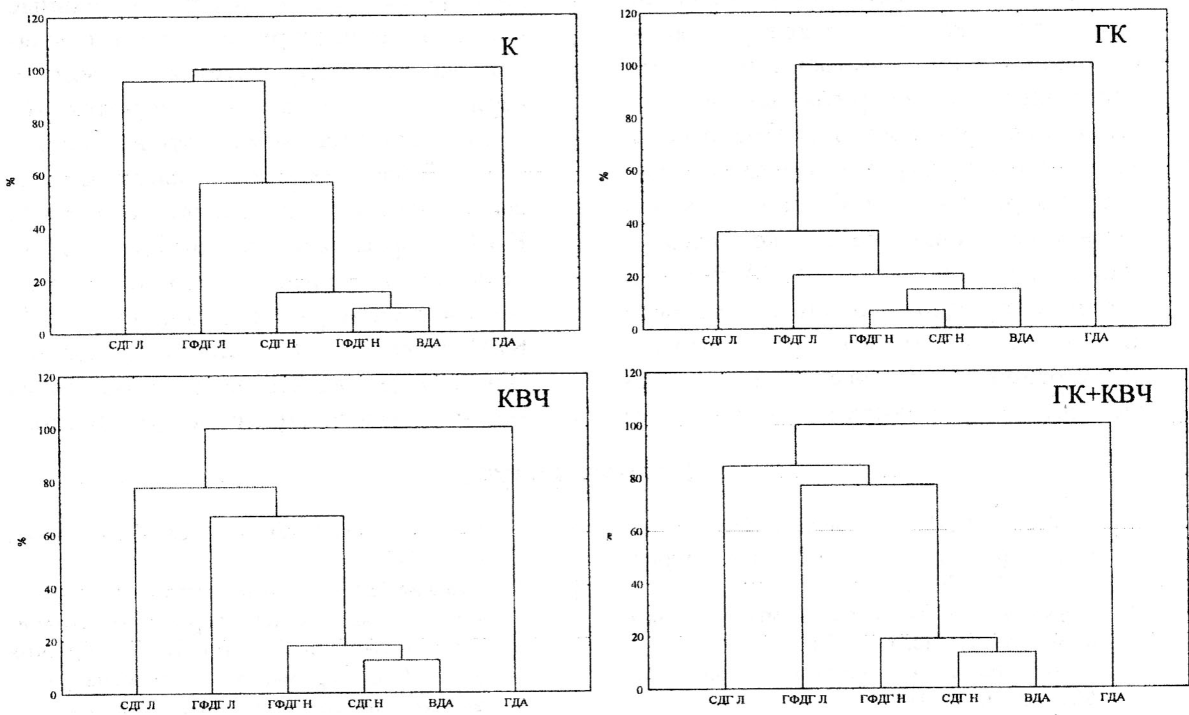


Рис.4. Дендрограмма кластерного анализа горизонтальной (ГДА) и вертикальной (ВДА) двигательной активности в тесте «открытого поля» и средней активности сукцинат (СДГ) и α–глицерофосфат (α-ГФДГ) дегидрогеназ в лимфоцитах (Л) и нейтрофилах (Н) крови контрольной группы крыс.

Таким образом, нами выявлена инфрадианная периодичность в показателях поведения и функционального состояния лимфоцитов и нейтрофилов крови крыс и её изменение при изолированном и комбинированном с гипокинезией действии ЭМИ КВЧ.

Результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что изолированное действие ЭМИ КВЧ способно модифицировать временную организацию физиологических систем, что в основном выражается изменением ритмики сопряженных процессов, а не отдельных показателей. При воздействии ЭМИ КВЧ на гипокинезированных животных выявлена нормализация инфрадианной ритмики изученных показателей. Это является ещё одним подтверждением зависимости эффективности действия ЭМИ КВЧ от исходного состояния организма. В то же время ограничение подвижности приводит к грубому нарушению структуры инфрадианной периодичности, резкому изменению

амплитуд и сдвигу фаз во всех выделенных периодах всех исследованных показателей, при этом устанавливаются новые взаимоотношения между параметрами функционального состояния исследованных систем.

Обнаруженное нами влияние ЭМИ КВЧ на ритмические процессы может быть объяснено с позиций мультиосцилляторной теории биоритмов, согласно которой согласованная работа множества вторичных осцилляторов, каждый из которых является носителем собственного ритма, составляет основу ритмической деятельности организма [3]. Предполагается, что структурами, обладающими пейсмекерными свойствами, могут быть локализованные в коже апудоциты, входящие в состав АПУД-системы и синтезирующие биогенные амины, в том числе мелатонин и серотонин. Установлено, что экстрапинеальный мелатонин активирует эндогенные опиоидные пептиды, которые, предположительно, связываются с опиоидными рецепторами различных типов [25]. В связи с тем, что максимум поглощения ЭМИ КВЧ находится в коже, где и расположены элементы АПУД-системы, входящие в состав БАТ, можно предположить, что именно они являются рецепторами для ЭМИ КВЧ. Следовательно, принимая участие в первичной рецепции миллиметровых волн, экстрапинеальные клетки изменяют ритм секреции мелатонина, чем модулируется их пейсмекерная активность и реализуются эффекты действия миллиметровых волн.

Таким образом, наши данные свидетельствуют о способности ЭМИ КВЧ нормализовать инфрадианную ритмику различных физиологических систем благодаря способности ЭМИ КВЧ к синхронизации физиологических процессов, что является одним из механизмов антистрессорного действия.

🕮 Литература

1. *Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н.* Биоритмы, спорт, здоровье. – М.: Физкультура и спорт, 1989, 208 с.
2. *Арушанян Э.Б.* Биоритмы и мы. – Ставрополь: Кн. Изд-во, 1989, 94 с.
3. *Ашофф Ю.* Биологические ритмы. – М.: Мир, 1984, т.1, 414 с.
4. *Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А.* Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу (Гелиобиология от А.Л.Чижевского до наших дней). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000, 374 с.
5. *Бреус Т.К., Чибисов С.М., Баевский Р.М., Шебзухов К.В.* Хроноструктура биоритмов сердца и факторы внешней среды. Монография. – М.: изд-во Российского университета дружбы народов; изд-во Полиграф сервис, 2002, 232 с.
6. *Темурьянц Н.А.* Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук: Ин-т ВНД и НФ АН СССР – М., 1989, 44 с.
7. *Голант М.Б.* Роль миллиметровых волн в процессах жизнедеятельности // Междунар.симпоз. Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине: Сб.докл.– М.:ИРЭ АН СССР. – 1991, с.545-547.
8. *Лебедева Н.Н.* Реакции центральной нервной системы на периферическое воздействие низкоинтенсивного КВЧ-излучения // Междунар.симпоз. Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине: Сб.докл.– М.:ИРЭ АН СССР. – 1991, с.327-333.
9. *Сантана Вега Леонель.* Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф. дис... канд. биол.наук: СГУ. – Симферополь, 1991, 21 с.
10. *Нарциссов Р.Н.* Применение n-нитротетразоля фиолетового для количественного цитохимического определения дегидрогеназ лимфоцитов человека // Арх. анат., гистол., эмбриол. – 1969, № 8, с.73.
11. *Робинсон М.В., Топоркова Л.Б., Труфакин В.А.* Морфология и метаболизм лимфоцитов. – Новосибирск: Наука, 1986, 125 с.
12. *Емельянов И.П.* Структура биологических ритмов человека в процессе адаптации. Статистический анализ и моделирование.– Новосибирск: Наука, 1986, 184 с.

13. *Шабатура Н.Н.* Механизм происхождения инфрадианных биологических ритмов // Успехи физиол.наук.– 1989, 20, № 3, с.83-103.
14. *Алерс И., Алерсова Е., Шмайда В. и др.* Многосуточные метаболические ритмы у крыс // Биологические исследования в космической биологии и медицине.– М.: Наука, 1989, с.178-183.
15. *Темурьянц Н.А., Шехоткин А.В.* Хронобиологический анализ поведения интактных и эпифизэктомированных крыс в тесте открытого поля // ЖВНД. – 1999, т.49, № 5, с.839-846.
16. *Бобова В.П.* Спектры колебаний АЕ-индекса и глобальные осцилляции Солнца: диапазон периодов 200-420 минут // Магнитосфер. исслед.– 1989, № 10, с..86-95.
17. *Агаджанян Н.А., Власова И.Г.* Влияние инфранизкочастотного магнитного поля на ритмику нервных клеток и их устойчивость к гипоксии // Биофизика. – 1992, т.37, № 4, с.681-689.
18. *Агулова Л.П.* Биоритмологические закономерности формирования компенсаторно–приспособительных реакций в условиях клинической модели стресса: Автореф.дис... д-ра биол. наук: НИИ кардиологии СО РАМН. - Томск, 1999, 22 с.
19. *Алякринский Б.С.* Адаптация в аспекте биоритмологии // Проблемы временной организации живых систем (под ред. А.М.Генина). – М., 1979, с.8-36.
20. *Чернышев М.К.* Модели и методы математической биоритмологии в изучении и сохранении биосферы // Современные проблемы изучения и сохранения биосферы. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1992, т.2, с.359-370.
21. *Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н., Шехоткин А.В.* Инфрадианная ритмика функционального состояния нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс с различными конституционными особенностями // Биофизика. – 1995, 40, № 5, с.1121-1125.
22. *Strigun L., Chirkova E., Grigor'eva G. et al.* Chronobiological analysis or peripheral lymphocyte dehydrogenases activities in rats with Walker 256 carcinoma // Anti-Cancer Drugs. – 1991, № 2, p.305-310.
23. *Степанова С.И.* Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. – М.: Наука, 1986, 244 с.
24. *Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С.* Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. – М.: «Имедис», 1998, 656 с.
25. *Maestroni G. J. M., Conti A., Pierpaoli W.* Role of the pineal gland in immunity: II. Melatonin enhances the antibody response via an opiatergic mechanism // Clin. Exp. Immunol. – 1987, v.68, p.384-391.

The influence of low intensity electromagnetic field of extremely high frequency on the infradian rhythmicity of physiological processes

O.B.Moskovchuk, N.A.Temuryants, E.N.Chuyan

The article is devoted to study the influence of low intensity electromagnetic field of extremely high frequency (EMF EHF) on the infradian rhythmicity of behaviour reactions, the functional state of rat blood neutrophils and lymphocytes. The action of EMF EHF on infradian rhythmicity depends on the initial functional state. The low intensity EMF EHF was shown to change the infradian rhythmicity of studied processes in intact animals. These changes are displayed in the modification of amplitude – phase characteristics at certain periods. If the rhythmic processes are destroyed by the mobility limitation which results in the hypersynchronization of behaviour reactions and the desynchronosis of neutrophils and lymphocytes functional state, the action of EMF EHF normalizes the temporal organization. It was suggested that the most important role in the mechanisms of biological action of EMF EHF plays its ability to modify the temporal organization of physiological system.

Фосфолипидный состав и активность процессов перекисного окисления липидов в мембранах эритроцитов и плазме крови животных при воздействии когерентных электромагнитных волн ММ-диапазона



Баджинян С.А., Меликсетян А.М., Малакян М.Г., Григорян Д.С.

Научный центр радиационный медицины и ожогов, МЗ Армении, Ереван

Исследовался фосфолипидный спектр и уровень активности процессов перекисного окисления липидов эритроцитарных мембран и плазмы крови животных на 1, 5 и 10-ые сутки после однократного 20-минутного воздействия на организм когерентными ЭМВ ММ-диапазона при тотальном и локальном способах облучения. Обнаружены отклонения от нормы в активности липидной пероксидации и в содержании индивидуальных фосфолипидных фракций в составе эритроцитарных мембран во все исследуемые сроки.

Введение

Фосфолипиды (ФЛ) известны как интегральные структурные компоненты клеточных мембран. Их способность спонтанно формировать липидный бислой, являющийся проницаемым барьером между внеклеточным и внутриклеточным пространствами, чрезвычайно важна для жизнедеятельности клеток. Однако фосфолипиды, особенно глицеролипиды имеют и другую, дополнительную функцию, являясь богатым источником большого разнообразия биоактивных молекул, образующихся в ответ на внеклеточную стимуляцию [1].

Изменениям фосфолипидного состава мембран эритроцитов отводится большая роль в регуляции трансмембранного транспорта ионов, модификации активности интегральных и периферических белков мембраны. ФЛ играют важную роль в определении текучести клеточной мембраны, мембранного гомеостаза, межклеточных взаимосвязей, а также нормального функционирования мембраносвязанных белков [2]. Изменение соотношения содержания основных ФЛ фракций, появление или увеличение количества отдельных индивидуальных ФЛ в несоответствующем им участке клеточной мембраны под воздействием различных как внутренних, так и внешних факторов влечет за собой нарушение нормального функционирования мембраны, расстройство в процессах образования вторичных липидных мессенджеров и их участия в регуляции уровня и активности нейротрансмиттеров (ацетилхолина, допамина, норадреналина), апоптоза, сокращения гладких мышц [3, 4].

Среди многообразных механизмов расстройств метаболизма ФЛ в мембранных структурах значительная роль принадлежит процессам перекисного окисления липидов. По данным экспериментальных исследований, при воздействии ЭМВ ММ-диапазона регистрируется существенная активация процессов перекисного окисления липидов, индуцированная свободными радикалами кислорода [5]. В настоящее время имеется большое количество литературных данных, свидетельствующих о том, что структурно-функциональные изменения в фосфолипидной компоненте клеточ-

ных мембран являются существенным звеном и даже пусковым фактором, инициирующим молекулярную дезорганизацию и последующее нарушение функциональной деятельности мембранных структур при различных патологических состояниях организма, в том числе и под воздействием различных повреждающих внешних факторов. Наличие общих проявлений клеточного реагирования на действие различных факторов, влияющих на организм, обусловлено существованием единой физико-химической системы регуляции клеточного метаболизма, однотипностью изменений показателей структурно-функционального состояния мембраны [6]. Предполагается, что большинство эффектов низкоинтенсивного электромагнитного излучения не прямо индуцировано облучением, а опосредовано через данную систему регуляции, включающей также изменение иммунного и антиоксидантного статуса организма, изменение чувствительности к действию факторов окружающей среды [7].

Изучение фосфолипидного спектра эритроцитарных мембран и интенсивности процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), предпринятое нами ранее [8], подтвердило высокую чувствительность параметров системы регуляции активности ПОЛ к действию низкоинтенсивного электромагнитного облучения. В основу настоящей работы легло комплексное изучение количественного содержания отдельных фосфолипидных фракций в составе эритроцитарных мембран и уровня продуктов ПОЛ в эритроцитах и плазме крови животных в различные сроки после воздействия на организм когерентных электромагнитных волн миллиметрового диапазона.

Материалы и методы

Исследования проводились на половозрелых белых беспородных крысах массой 180-190 г, которых подвергали тотальному и локальному облучению низкоинтенсивными когерентными электромагнитными волнами (ЭМВ) миллиметрового диапазона. Источником когерентного излучения служил аппарат «Явь-1» с длиной волны 5,6 мм и интенсивностью излучения 10 мВт/см^2. При тотальном облучении рупор волновода находился на расстоянии 50 см от животных. При локальном воздействии рупор волновода устанавливался в области брюшины на расстоянии 0,1 см от тела животного. При обоих способах облучения длительность экспонирования составляла 20 минут. В качестве контроля использовались животные, которых подвергали тем же манипуляциям, что и опытных, при выключенном генераторе. Всего было использовано 30 животных.

На 1, 5 и 10 сутки после облучения проводилось исследование фосфолипидного спектра мембран эритроцитов и активности процессов перекисного окисления липидов в плазме и эритроцитах крови экспериментальных животных.

Экстрагирование фосфолипидов из эритроцитов проводилось по методу Folch et al. [9]. Фракционирование индивидуальных фосфолипидов мембран эритроцитов и плазмы крови осуществлялось методом тонкослойной хроматографии на закрепленном слое силикагеля марки ЛС 5/40 мкм (ЧССР) с последующим определением липидного фосфора [10]. На хроматограммах выявлялись индивидуальные ФЛ с последующим определением их количественного содержания.

Определение активности перекисного окисления липидов (ПОЛ) в эритроцитах и плазме крови проводилось по методам [11, 12]. Оба метода основаны на спектрофотометрическом определении содержания одного из конечных продуктов ПОЛ – малонового диальдегида (МДА), который в

условиях высокой температуры и кислого значения pH среды образует окрашенный триметиновый комплекс с тиобарбитуровой кислотой (ТБК). Определение концентрации МДА проводили при длине волны 532 нм на спектрофотометре СФ-46 ЛОМО. Количество МДА рассчитывали по коэффиценту молярной экстинкции $\varepsilon = 1{,}56 \cdot 10^5\ М^{-1}см^{-1}$.

Результаты и обсуждение

Общность строения плазматических мембран различных органов и тканей позволяет полагать, что процессы, происходящие в эритроцитарной мембране, отражают изменения в мембранах клеток других органов и тканей [13]. Поэтому представляется возможным использовать клетки крови – эритроциты для изучения процессов, происходящих в организме в целом.

Общепринятых норм по содержанию фосфолипидов (ФЛ) в мембранах эритроцитов нет. В проведенных исследованиях фосфолипидный спектр эритроцитарных мембран животных был разделен на следующие фракции: лизофосфолипиды (ЛФЛ), фосфатидилхолин (ФХ), фосфатидилэтаноламин (ФЭ), фосфатидилсерин (ФС), фосфатидилинозитол (ФИ), сфингомиелин (СМ), фосфатидная кислота (ФК), дифосфоглицериды (ДФГ). В таблицах 1 и 2 представлены данные по процентному содержанию этих ФЛ фракций в контроле и на 1-е, 5-е, 10-е сутки после воздействия миллиметровых ЭМВ на животных при тотальном и локальном способах облучения.

Табл.1. ***Фосфолипидный спектр эритроцитарных мембран животных при однократном тотальном воздействии когерентных ЭМВ ММ-диапазона на организм (в % от суммарных ФЛ)***

Фосфолипидные фракции	Необлученный контроль	1-е сутки	5-е сутки	10-е сутки
1. Лизофосфолипиды	4,2±0,5	10,3±0,4*	8,4±0,5*	9,8±0,8*
2. Фосфатидилхолины	46,7±2,0	29.3±0.9*	32.5±0,8*	33.4±0,7*
3. Фосфатидилэтаноламины	20.4±2.1	15.9±1,1*	16.2±0.6	17.2±0.6
4. Фосфатидилинозиты	5.8±2.2	12.7±0,7*	10.3±0.6	9.7±0.7
5. Сфингомиелины	10.2±0.7	12.5±0.5*	11.5±0.7	11,8±0,9
6. Фосфатидилсерины	14.3±1.2	11.4±1.2	11.6±0.9	12.4±1.0
7. Фосфатидная кислота	3.2±0.3	2.0±0.3*	2.5±0.4	2.9±0.3
8. Дифосфоглицериды	6.4±1.6	11.1±1.1*	10.1±1,2	8.5±0.7

* - достоверно по сравнению с контролем

Табл.2. ***Фосфолипидный спектр эритроцитарных мембран животных при однократном локальном воздействии когерентных ЭМВ ММ-диапазона на организм (в % от суммарных ФЛ)***

Фосфолипидные фракции	Необлученный контроль	1-е сутки	5-е сутки	10-е сутки
1. Лизофосфолипиды	4.2±0.5	8.3±0.3*	7.5±0.5*	7.5±0.5*
2. Фосфатидилхолин	46.7±1.5	35.3±0.9*	37.4±0.4*	39.3±0.4*
3. Фосфатидилэтаноламин	20.4±1.1	17.5±0.2*	17.4±0.6*	18.1±0.8
4. Фосфатидилинозиты	5.8±1.2	10.7±0.4	9.1±0.3*	7.2±0.3
5. Сфингомиелины	10,2±0.7	12.2±0.5*	12.1±0.4*	11.5±0.4
6. Фосфатидилсерин	12.3±1.2	12.2±0.3	13.1±1.0	13.5±0.5
7. Фосфатидная кислота	3.2±0.1	2.5±0.4	2.0±0.1*	2.7±0.3
8. Дифосфоглицериды	4.4±1.6	7.1±1.0	7.1±0.3	6.6±0.3

* - достоверно по сравнению с контролем

Как показали данные по ФЛ составу, уже через 1 сутки после 20-минутного однократного и тотального и локального облучения белых крыс обнаруживаются изменения в структурной организации фосфолипидов эритроцитарных мембран. Так, при тотальном способе воздействия более чем в два раза, а при локальном – в 1.8 раз, повышается количество лизоформ фосфолипидов, что свидетельствует о формировании существенных сдвигов в процессах метаболизма ФЛ, которые могут быть ответственны за изменение функциональных характеристик клеточных мембран. В частности, известно, что увеличение лизоформ ФЛ в структуре мембран приводит к ее разжижению и нарушению ее вязкостных свойств.

Кроме того, в 1-е сутки было установлено достоверное уменьшение содержания основных нейтральных ФЛ – ФХ и ФЭ. Содержание этих индивидуальных ФЛ изменялось следующим образом: ФХ уменьшались на 37 % при тотальном и на 25 % - при локальном способах облучения, а ФЭ уменьшались с 20.4±2.1 % в норме до 15.9±1.1 % - при тотальном способе воздействия и до 17.5±0.2 % - при локальном. Если в контроле соотношение основных ФЛ фракций ФХ/ФЭ, характеризующее жесткость мембраны, было равно 2.29, то после облучения этот коэффициент несколько уменьшался и становился равным 1.88 – при тотальном воздействии и 1.98 – при локальном способе.

В 1-е сутки после облучения животных когерентными ЭМВ миллиметрового диапазона изменения претерпевали также и остальные ФЛ фракции. Так, относительное содержание СМ увеличивалось достоверно с 10.2±1.3 % в контроле до 12.5±0.5 % при тотальном облучении и до 12.2±0.5 % при локальном; ФИ – с 5.8±2.2 % до 12.7±0.7 % при тотальном воздействии и до 10.7±0.4 % - при локальном. Количество же ФС уменьшалось с 14.3±1.2 % в норме до 11.4±1.2 % - при тотальном способе облучения и до 12.2±0.3% - при локальном; изменение ФК составляло – с 3.2±0.3% до 2.0±0.3 % в первом случае, до 2.5±0.4 % - во втором. В то же время отмечалось выраженное повышение уровня ДФГ – с 6.4±1.6 % в норме до 11.1±1.1 % после тотального облучения и до 7.1±1.0 % - после локального воздействия когерентных ЭМВ ММ-диапазона.

В остальные сроки наблюдения, т.е. на 5-е и 10-е сутки после воздействия когерентных ЭМВ ММ-диапазона, сдвиги в содержании индивидуальных ФЛ фракций еще сохранялись, однако, они были меньше выражены, что позволяло сделать заключение о наличии тенденции к нормализации ФЛ спектра эритроцитарных мембран облученных животных.

Таким образом, согласно полученным данным, воздействие на животных когерентными ЭМВ миллиметрового диапазона вызывает существенные изменения в ФЛ составе эритроцитарных мембран, с наибольшей выраженностью через 1 сутки. Эти данные подтверждают гипотезу о том, что популяции фосфолипидов, локализованные внутри плазматической мембраны, являются источником сигнальных молекул, и тогда, когда рецептор на поверхности мембраны связывает соответствующий активизирующий лиганд, инициируются процессы, приводящие к распаду этих липидов и высвобождению вторичных мессенджеров [12]. Эти процессы протекают достаточно быстро и могут считаться физиологическим ответом организма на воздействующий фактор, в данном случае на действие когерентных ЭМВ ММ-диапазона. Обнаруженное в ранние сроки после лучевого воздействия увеличение количества ДФГ и уменьшение содержания

ФК, являющихся важными вторичными мессенджерами, влияющими на многие процессы, включая вход ионов Ca^{2+} в клетку, ингибирование аденилатциклазы, высвобождение арахидоновой кислоты из фибробластов и др. [13] может свидетельствовать о стимулирующем характере действия ММ-волн на определенные метаболические процессы в клеточных мембранах.

По данным *Бурлаковой Е.Б.* [14], при повышении активности эндогенной антиоксидантной защиты клеток наблюдается увеличение относительного количества легко окисляемых фракций ФЛ мембран - фосфатидилэтаноламина, фосфатидилхолина и фосфатидилсерина, а при понижении антиокислительной активности происходит рост содержания сфингомиелина и полиглицеридов. В первом случае изменения способствуют переходу мембранных ФЛ в более «жидкое» состояние, в то время как понижение антиокислительной активности делает липидную фазу более вязкой, с соответствующими изменениями температур фазовых переходов.

Наличие достаточно длительного срока, необходимого для восстановления исходного содержания фосфолипидных фракций после однократного воздействия на организм животных когерентных ЭМВ ММ-диапазона дает основание полагать, что выявленная структурная модификация обусловлена нарушением метаболизма ФЛ. Для обоснования подобного заключения были проведены исследования, посвященные изучению состояния активности процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в эритроцитарных мембранах и в плазме крови (фоновый уровень ПОЛ) посредством определения уровня одного из конечных продуктов ПОЛ – малонового диальдегида.

Исходя из того, что состав фосфолипидов и скорость их окислительных превращений взаимосвязаны, был выдвинут вопрос о возможном участии механизмов липидной пероксидации в индуцированных ЭМВ ММ-диапазона перестройках структурной организации фосфолипидов мембран эритроцитов облученного организма.

Результаты анализа уровня активности процессов липидной пероксидации, оцениваемого по ТБК-тесту на 1-е, 5-е и 10-е сутки после тотального и локального воздействия на организм животных когерентными ЭМВ ММ-диапазона, приведены на рисунках 1 и 2.

Согласно полученным данным, как на 1-е, так и в остальные сроки наблюдения уровень активности ПОЛ в эритроцитах существенно повышался. Эффект был особенно выражен при тотальном способе облучения, при котором через 1 сутки после воздействия был зарегистрирован более чем в 2,5 раза высокий уровень ПОЛ по сравнению с необлученным контролем. Высокий уровень активности ПОЛ сохранялся и в последующие сроки как после тотального, так и локального воздействия ММ-волн на животных. При этом полученные значения хотя и были ниже по сравнению с данными 1-х суток, но все же достоверно отличались от контрольного уровня.

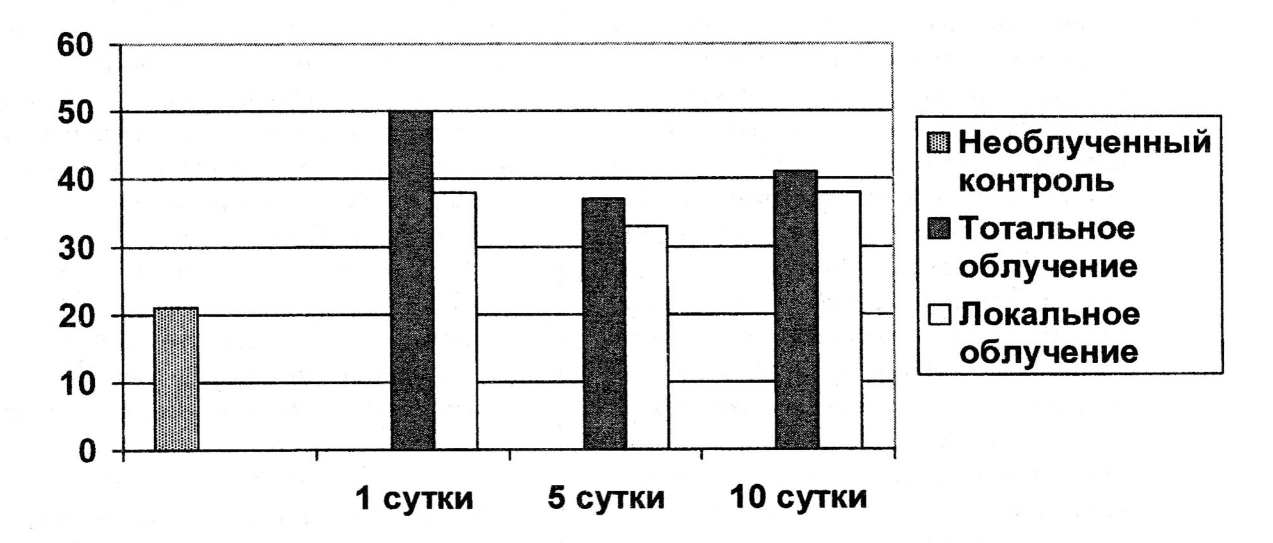


Рис.1. Уровень липидной пероксидации мембран эритроцитов животных в разные сроки после однократного воздействия когерентными волнами ММ-диапазона;

* - достоверно в сравнении с необлученным контролем.

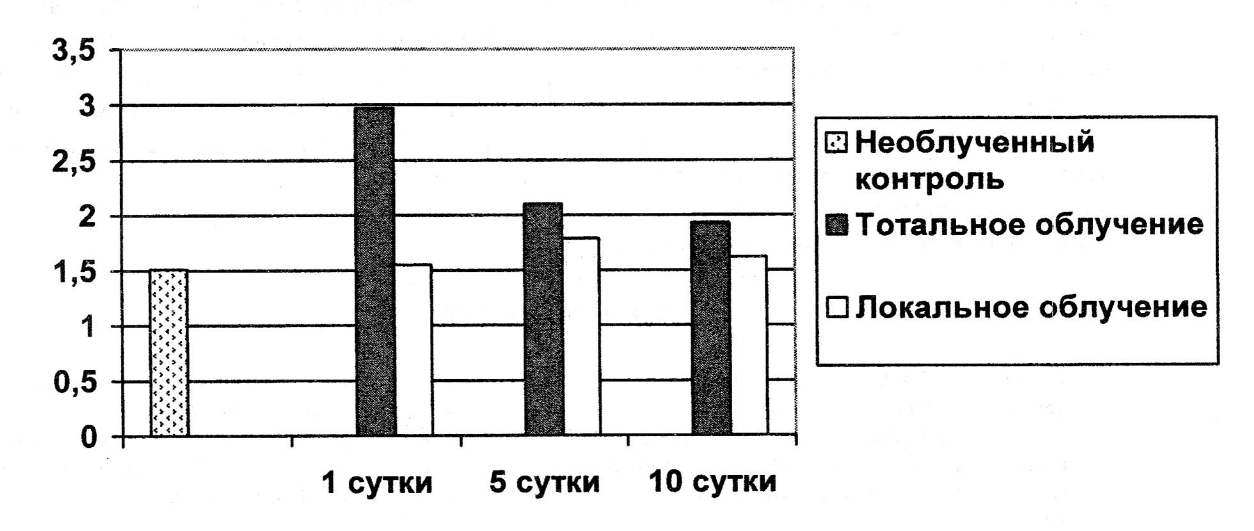


Рис.2. Динамика изменения фонового ПОЛ в плазме крови животных в разные сроки после однократного воздействия когерентными волнами ММ-диапазона

* - достоверно в сравнении с необлученным контролем.

Определение уровня продуктов ПОЛ в плазме крови дает общую информацию об активности процессов липидной пероксидации в организме в целом. В кровь, омывающую все органы, выбрасываются и первичные, и конечные продукты ПОЛ изо всех тканей, создавая так называемый фоновый уровень активности ПОЛ. Как показано на рис.2, тотальное облучение животных когерентными волнами ММ-диапазона вызывало резкое увеличение содержания продуктов липидной пероксидации в плазме крови в 1-е сутки после облучения. Эффект локального воздействия на фоновый уровень продуктов ПОЛ был незначителен во все изучаемые сроки: изменение значений концентраций малонового диальдегида во все изучаемые сроки было в пределах статистической ошибки.

Согласно результатам анализов, проведенных в остальные сроки наблюдения, в 5-е и 10-е сутки и после тотального, и после локального воздействия ЭМВ ММ-диапазона активность ПОЛ была низкой и недостоверно отличалась от контрольного уровня.

Таким образом, в проведенных исследованиях было выявлено, что когерентные волны ММ-диапазона при однократном воздействии на организм способны индуцировать активацию процессов липидной пероксидации как в эритроцитах, так и плазме крови, но более устойчивую и резко выраженную в мембранах эритроцитов, что отражается существенным изменением качественного и количественного состава липидной компоненты эритроцитарных мембран.

На основе полученных данных можно сделать следующие заключения: по показателю активности ПОЛ наиболее выраженный эффект воздействия когерентных волн ММ-диапазона на организм регистрируется:

- в мембранах эритроцитов;
- через 1 сутки после облучения;
- после тотального воздействия ЭМВ ММ-диапазона на организм.

Вероятно, эритроциты являются одной из мишеней, на которые действуют ММ-волны при облучении организма, и изменения как в фосфолипидном составе в мембранах эритроцитов, так и в состоянии активности ПОЛ, по-видимому, обусловливаются самостоятельностью протекающих в мембранах этих клеток процессов и не являются прямым отражением тех изменений, которые происходят в плазме крови.

Литература

1. *Liscovitch M., Cantley L.* Lipid second messengers. – 1994. Cell 77, 329-334.
2. *Kidd P.M.* Phosphatidylserine: membrane nutrient for memory. A clinical and mechanistic assessment.- Altern Med Rev. 1996, 1(1), 70-84.
3. *Zwaal R.F.A., Schroit A.J.* Pathophysiologic implications of membrane phospholipid asymmetry in blood cells. - 1997, Blood 89, 1121-1132;
4. *Ohanian J., Liu G., Ohanian V., Heagerty A.M.* Lipid second messengers derived from glycerolipids and sphingolipids, and their role in smooth muscle function - Acta Physiologica Scandinavica. 1998, v.164 (4), pp.533-548.
5. *Поцелуева М.М., Пустовидко А.В., Евтодиенко Ю.В., Храмов Р.Н.,Чайлахян Л.М.* Образование реактивных форм кислорода в водных растворах под действием электромагнитного КВЧ-излучения. – Доклады АН РФ, 1998, т.359, № 3, с.415-418.
6. *Шишкина Л.Н., Смотряева М.А.* Связь повреждения мембраны и ДНК с процессом перекисного окисления липидов при слабых воздействиях. - Биофизика, 2000, т.45, вып.5, с.844-852.
7. *Бурлакова Е.Б., Голощапов А.Н., Горбунова Н.В. и др.* Особенности биологического действия малых доз облучения. - Послед-

ствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье человека. М., 1996, с.149-182.
8. *Bajinyan S.A, Oganessyan N.M, Arakelyan V.B., Meliksetyan A.M., Gasparyan L.V., Malakyan M.H.* The effect of mm-range electromagnetic waves of low intensity on cellular membranes. - Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine, 1999, vol. 5, #1, p.43-49.
9. *Folch J.I, Lees M., Slaane S.* A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. – J. Biol.chem, 1957, vol.226, p.497-509.
10. *Светашев В.И.* Микротехника анализа липидов и ее использование. – Автореферат кандидатской дессертации. Владивосток, 1973, с.11.
11. *Бенисович Ю.В., Идельсон Л.И.* Образование перекиси жирных кислот в оболочке эритроцитов при болезни Маркиафо Микели. – Вопросы медицинской химии, 1973 г., 19, № 6, с.596-599.
12. *Yoshika T., Kawada K., Shimada T., Mori M.* // "Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against activated-oxygen toxicity in the blood" – Amer. J. Obstet. & Gynecol., 1979, vol.135., N 3, pp.372-376.
13. *Лопухин Ю.М., Арчаков А.И., Владимиров Ю.А., Коган Э.М.* /в кн. «Холестериноз» - 1983, М.Мед., 151с.
14. *Ohanian J., Liu G., Ohanian V., Heagerty A.M.* Lipid second messengers derived from glycerolipids and sphingolipids, and their role in smooth muscle function» - Acta Physiologica Scandinavica. 1998, v.164(4), pp.533-548.
15. *Bocckino S.B., Exton J.H.* 1996./ «Phosphatidic acid.» - В кн. : R.M. Bell, J.H. Exton, S.M. Prescott & Snyder, F. / «Handbook of Lipid Research» - Vol. 8, pp. 75-123. Plenum Press, New York.
16. *Бурлакова Е.Б.* Связь изменения структуры и функции мембран с окислительными фракциями в липидах. - В сб. материалов III Всесоюзн.биохим. съезда. Рига, 1974, с.184.

Phospholipid content and activity of lipid peroxidation processes in erythrocyte membranes and blood plasma of animals exposed to the coherent electromagnetic waves of mm-range

Bajinyan S.A., Meliksetyan A.M., Malakyan M.H., Grigoryan D.S.

Phospholipid spectra and the level of lipid peroxidation processes activity of erythrocyte membranes and blood plasma were studied in animals after single total and local 20-minute exposure to coherent electromagnetic waves of mm-range on 1, 5 and 10 day of post-exposure period.

At all periods of study deviations from the normal level were revealed in the activity of lipid peroxidation and content of individual phospholipid fractions of erythrocyte membranes.

От редакции

Редакция предлагает вниманию читателей статью, которая является первой частью комплексного исследования по проблеме взаимодействия живых систем с электромагнитными полями естественного и искусственного происхождения

Взаимное влияние биологических систем и эффективность воздействия на них электромагнитного поля



Савельев С.В.

Институт радиотехники и электроники РАН

На основе экспериментальных измерений временного изменения проводимости воды рассмотрен отклик системы «вода – популяция простейших» на воздействие высокоорганизованного биологического объекта (человека) и электромагнитного излучения (ЭМИ). Делается вывод о выходе воздействия непосредственно на клетку, что подтверждается одинаковым по порядку величины временем обмена информации между отдельными особями популяции при расчете и в эксперименте. Предлагается механизм взаимного информационного обмена между особями популяции, отвечающий за объединение отдельных клеток в единое системное образование.

Введение

Экспериментально наблюдаемые биологические явления, такие как частотно-зависимые эффекты при клеточном делении микроорганизмов, пороговый характер и их независимость на протяжении нескольких порядков плотности воздействующего электромагнитного излучения крайне высоких частот (КВЧ) [1], возможность регистрации радиоотклика при действии ЭМИ для ряда фиксированных значений КВЧ [2], а также неоднозначность их трактовки в научной литературе стимулирует поиск новых подходов в исследовании по выявлению действительных механизмов воздействия ЭМИ на живые объекты.

В настоящее время нет общепринятой точки зрения, объясняющей природу биологических эффектов. Наиболее просто оказалось ввести в рассмотрение воду, как основной компонент живых организмов, тем более что богатый спектр явлений при взаимодействии КВЧ-волн и живых организмов во многом повторяется в случае чистой воды и ее образований [2]. Таким образом, поиск механизмов воздействия ЭМИ на живые объекты был перенаправлен в сторону чисто физических объяснений наблюдаемых биологических явлений, в центре внимания которого находится вода. Именно с поиском изменений в структуре воды связывают свои надежды исследователи биологических эффектов при действии электромагнитных полей (например, [3, 4]).

Однако наличие биологических, мощностных и резонансных, эффектов, проявляющихся при взаимодействии сложно организованных живых организмов и ЭМИ, а также значимость действия активированной КВЧ воды на человека [5] заставляет рассматривать живые объекты вместе со своей водой, организованной данным живым организмом. Тогда конкретизируется поле исследований, связанных с теми изменениями в структу-

ре макромолекулы воды за счет ЭМИ, которые «как раз и являются носителями информации действия электромагнитного поля» живому организму [6]. Вместе с тем, важнейшим являются вопросы повторяемости результатов биологических экспериментов, зависящих от выбранного в каждом конкретном случае критерия чистоты воды, так как даже незначительные вкрапления живой природы, всегда имеющие место в лабораторных исследованиях, способны полностью изменить ход эксперимента.

Необходимым условием разрешения накопившихся противоречий является введение в рассмотрение единой системы «живой объект – вода». Такой подход просматривается в [7, 8], где делается вывод о действии ЭМИ непосредственно на клетку, что приводит к усилению обмена молекулами воды между гидратной оболочкой физиологически активных белков и средой на фоне поглощения КВЧ-квантов молекулами-ротаторами воды за счет увеличения их термодинамической активности. Вместе с тем интересным является факт, что реакция живых организмов на воздействие КВЧ во многом повторяется на более низких частотах (например, в сантиметровом диапазоне длин волн), когда энергия кванта ЭМИ мала для реструктуризации макромолекулы воды. С другой стороны, особое внимание необходимо уделять взаимному влиянию биологических систем как естественному способу их сосуществования, что позволяет наиболее точно определять направление исследований в области взаимодействия живого организма со всем многообразием искусственных и естественных полей.

В настоящей работе на примере изменения проводимости воды рассмотрен отклик реальной системы «вода – популяция простейших» при внешних воздействиях высокоорганизованного организма и низкоинтенсивного ЭМИ сантиметрового диапазона длин волн. Произведены измерения проводимости в случае чистой воды и при наличии в воде живых организмов. Динамика изменения сопротивления воды в реальном времени позволяет конкретизировать механизм взаимного влияния живых организмов и действия на них ЭМИ.

Экспериментальные исследования проводимости воды

Схема экспериментальной установки по измерению проводимости воды при постоянном внешнем напряжении представлена на рис.1. Кювета с водой 1 используется в качестве плеча мостовой схемы. Напряжение питания U_0 = 20 В, что позволяло не учитывать электролитические напряжения вода - электроды. Значения постоянных сопротивлений равнялось 10 кОм, значение переменного сопротивления составляло 15 кОм. Изменение сопротивления воды в кювете приводило к возникновению напряжения разбаланса мостовой схемы, которое преобразовывалось усилителем 2 и регистрировалось в качестве временной диаграммы на графопостроителе 3, осуществлявшего графическую фиксацию изменения напряжения при однократной длительности развертки графопостроителя в течение 70 минут. Значение постоянной времени измерительной цепи составляло 5 секунд, что при чувствительности установки 5 10^{-2} %/см позволяло регистрировать процессы только большой длительности.

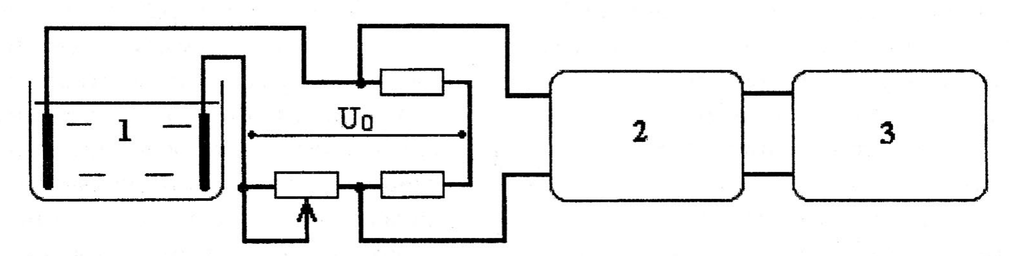


Рис.1. Схема установки измерения проводимости воды. 1 – кювета с водой и популяцией простейших, 2 – усилитель-преобразователь, 3 – графопостроитель.

Разработанная методика эксперимента гипотетически базировалась на возможности фиксации отклика системы «вода – популяция простейших» в виде изменения параметров водной среды при внешнем воздействии сложноорганизованного биологического объекта и ЭМИ. Действительно, согласно концепции популяционного гомеостаза [9], внутрипопуляционные отношения простейших обязаны обеспечивать единство популяции за счет действия популяции на воду, как среду своего обитания. Тогда воздействие биологического объекта или ЭМИ произвольной длины волны на популяцию простейших должно приводить к изменению параметров воды за счет взаимного влияния «вода – обитающая в воде популяция».

Эксперимент проводился в два этапа. На первом этапе обычная водопроводная вода в кювете (при этом фиксировалось концентрация простейших в воде) подвергалась воздействию как высокоорганизованного биологического объекта (человека) путем непосредственного соприкосновения кожного покрова с водой в кювете так и ЭМИ (частота излучения 5,6 ГГц с плотностью потока 20 мкВт/см^2). Второй этап включал в себя исследование изменений проводимости водной среды под воздействием внешних факторов в случае естественным образом развивающейся в воде популяции простейших.

Проведенные исследования свежей водопроводной воды не позволили зафиксировать долгоживущих эффектов. Концентрация простейших (N) в этом случае имела значение по порядку величины N = 1 шт/литр. Отсутствие положительных результатов на первом этапе находятся в соответствии с данными, представленными в [4].

Ради чистоты эксперимента первоначально содержащейся в воде популяции простейших была дана возможность развиваться естественным образом. Устойчивые результаты регистрации отклика на воздействие организованных внешних факторов стали устойчиво проявляться при концентрациях простейших N>1000 шт/литр. На рис.2-4 представлены зависимости проводимости воды в кювете при различных температурах воды, концентрациях простейших и внешних воздействиях.

Рис.2 и 3 демонстрируют воздействие на систему «вода – популяция простейших» человека. Кривая на рис.2 получена при следующих условия: температура воды в кювете $t_1 = 14^{\circ}C$, $N_1 = 1000$ шт./литр; кривая на рис. 3 отражает динамику системы при $t_2 = 22{,}5^{\circ}C$, $N_2 = 4000$ шт./литр. Воздействие осуществлялось во временном интервале между точками 1 и 2 во всех случаях.

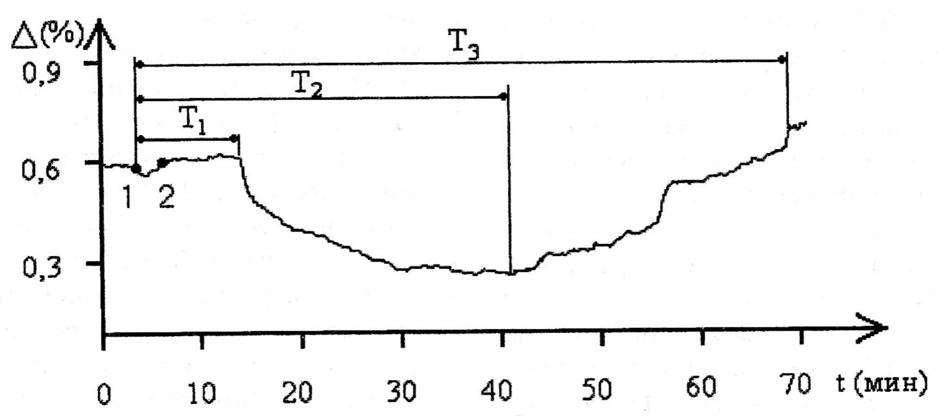


Рис.2. Зависимость сопротивления воды от времени при действии человека в случае N_1 = 1000 шт/литр, t_1 = 14°С; интервал между точками 1 и 2 – время соприкосновения кожного покрова человека с водой в кювете; T_1, T_2, T_3 – характерные временные интервалы процесса.

Рассмотрим зависимость сопротивления воды на рис. 2 подробно. Процесс воздействия человека (проводилось касание воды участком кожи площадью порядка 1 см^2), продолжавшийся 100 секунд, приводил к кратковременному уменьшению сопротивления за счет увеличения уровня воды в кювете во время касания. По окончании воздействия (сразу после точки 2) наблюдалось небольшое изменение сопротивления из-за эффекта дополнительного смачивания электрических проводящих контактов. Рис.2 демонстрирует, что сначала ход кривой характеризовался переходным процессом с длительностью T_1 = 9 мин от начала касания с практически неизменным сопротивлением воды. Далее сопротивление начинало падать, и падение достигало своего максимума Δ = -0,33 % через T_2 = 30 мин. Значение сопротивления воды восстанавливалось через T_3 = 60 мин от начала воздействия.

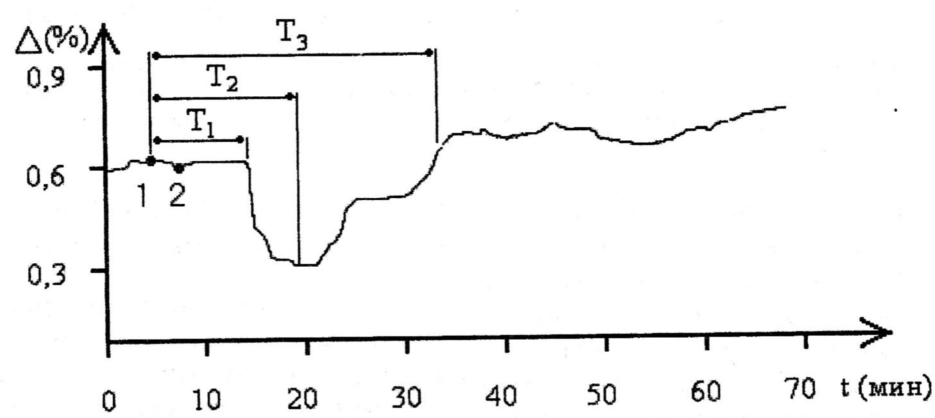


Рис. 3. Зависимость сопротивления воды от времени при действии человека в случае N_2 = 4000 шт/литр, t_2 = 22,5°С; интервал между точками 1 и 2 – время соприкосновения кожного покрова человека с водой в кювете; T_1, T_2, T_3 – характерные временные интервалы процесса.

Процесс изменения сопротивления воды, представленный на рис. 3, происходил при более высокой температуре. Характерные временные интервалы процесса в этом случае: T_1 =7,4 мин, T_2 =12 мин, T_3 = 24 мин,

Δ = -0,27 %. Изменение характерных интервалов фиксируемого процесса на рис.3 по сравнению с процессом на рис.2 происходило из-за увеличения температуры воды и повышения концентрации простейших.

Обратимся к рис.4, который представляет характерную временную зависимость сопротивления воды в кювете с концентрацией простейших N_2 при действии ЭМИ с параметрами, обозначенными выше. Полученная временная зависимость сопротивления воды от времени показывает действительную значимость действия ЭМИ на систему «вода - популяция простейших». Ход кривой на рис.4 также позволяет разбить процесс на три характерных временных интервала. T_1 = 16 мин – время от начала воздействия ЭМИ до начала падения сопротивления воды (переходной процесс). T_2 = 21 мин - время минимизации сопротивления воды. T_3 = 41 мин - время восстановления сопротивления воды.

Стоит заметить, что проведение экспериментов сопровождалось прецизионным измерения температуры воды в кювете с точностью 0,01°С, которые зафиксировали, что во всех случаях изменение температуры водной среды в кювете не превышало 0,03°С в течение всего времени развертки графопостроителя.

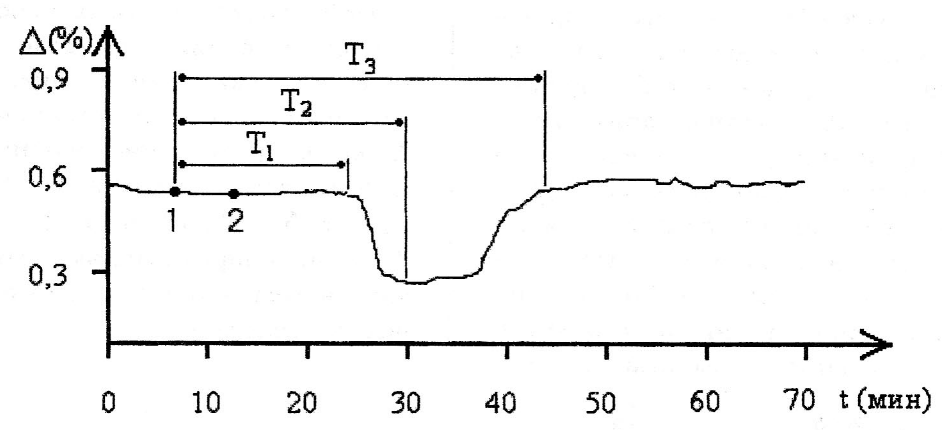


Рис.4. Зависимость сопротивления воды от времени при действии ЭМИ в случае N_2 = 4000 шт./литр, t_2 = 22,5°С; интервал между точками 1 и 2 – время соприкосновения кожного покрова человека с водой в кювете; T_1, T_2, T_3 – характерные временные интервалы процесса.

В рамках работы были установлены интервалы времени, через которые существует возможность вторичной регистрации отклика в виде изменения проводимости водной среды в системе «вода–популяция простейших». Система демонстрирует адекватный отклик через время не менее 6 часов для случая воздействия человека, и не менее 4 часов для воздействия ЭМИ. Гарантированное повторение результатов возможно через 24 часа.

Обсуждение полученных результатов

Приведенные на рис.2-4 временные зависимости сопротивления воды показывают действительную значимость воздействия на систему «вода-популяция простейших» высокоорганизованного организма (человека) и ЭМИ. Важным является то, что зафиксированные результаты воздействия доказывают биологический характер наблюдаемых явлений. Действительно, только биологические объ-

екты могут организовать адекватный отклик на внешнее воздействие через время, на несколько порядков превышающее характеристический период внешнего сигнала. В данном случае характерные времена наблюдаемых процессов превышают период сигнала воздействия на 6-7 порядков.

Концепция популяционного гомеостаза основана на целостности и устойчивости популяции во внешней среде [9]. Результаты настоящей работы подтверждают, что целостность популяции является результатом непрерывного взаимодействия составляющих ее частей и особей. Один из каналов информационного взаимодействия внутри популяции простейших осуществляется на уровне метаболитов [8, 9]. Изменение сопротивления водной среды исследуемой системы доказывает возможность изменения популяцией структуры воды. Это указывает на то, что воздействие ЭМИ может выходить непосредственно на биологический объект. При этом биохимические процессы меняют свою скорость, что приводит к изменению активного мембранного транспорта [7]. Особи популяции после обмена информацией изменяют среду обитания, реструктурируя воду. Изменение структуры воды и связанное с ней падение сопротивления в случае воздействия человека происходит не сразу, а после последовательной передачи информации от особи к особи внутри популяции. Время передачи информации можно оценить, представив ансамбль особей популяции в виде молекул идеального газа. Тогда, в соответствии с формулами термодинамики расчет частоты столкновений молекулы

$$\nu = \sqrt{2} n \sigma v \qquad (1)$$

и длины свободного пробега

$$\lambda = v / \nu, \qquad (2)$$

где n – концентрация молекул – особей простейших, v – их усредненная скорость и σ - эффективный диаметр, для значений $n = 10^7$ м$^{-3}$, $v = 10^{-4}$ м/с, $= 10^{-6}$ м^2 позволяют оценить порядок их значений: $\nu = 10^{-3}$ с$^{-1}$ и $\lambda = 0{,}1$ м. Это означает, что в рассмотренных выше случаях передача информации о внешнем воздействии, полученная частью популяции простейших в период воздействия (например, в случае касания воды участком кожи человека), достигает всех особей популяции за время по порядку величины равное $T = 1/\nu = 10$ минут. Вычисленное значение T хорошо согласуется с полученными экспериментальными данными по временной реализации изменения сопротивления воды с обитающей в ней популяцией простейших.

Различие характерных времен зависимостей проводимости воды на рис.2 и рис.3 объясняется различием условий проведения экспериментов, ход которых при прочих равных параметрах определялся температурой воды. В случае нормальных условий существования популяции простейших температура среды определяет как обменные процессы клеток, так и чисто физические проявления (например, средняя скорость перемещения особей популяции v).

Реакция популяции простейших на ЭМИ, выраженная во временном изменении сопротивления воды на рис.4, также указывает на групповой отклик особей популяции на внешнее воздействие. Сравнение значений характерных времен в эксперименте и расчетного информационно-обменного времени популяции T свидетельствуют о выходе воздействия ЭМИ непосредственно на клетку. Наличие двухстороннего межклеточного информационного канала и адекватного отклика на внешнее воздействие демонстрирует способность популяции проявить себя как единый организм. Это подтверждает тот факт, что интерфейс межклеточного информационного канала базируется не только

на биохимических реакциях на уровне метаболитов, но также на процессе биологической структуризации воды, отвечающей только данной биологической системе и, вероятно, на механизме дальнодействующей межклеточной связи, значимость которого еще необходимо установить.

Вышеизложенная концепция существования межклеточного информационного канала позволяют просто интерпретировать известную зависимость биологического эффекта от мощности ЭМИ. Эффект выражается в резком возрастании и затем в постоянстве значения выбранного параметра биологического объекта от мощности ЭМИ при превышении внешнего сигнала определенного значения, при том, что эффект фиксируется через время переходного процесса порядка 10 минут после начала облучения [1].

Настоящие исследования позволяют сделать вывод о том, что время переходного процесса зависимости биологического эффекта от мощности является временем обмена информации между особями популяции. Выход биологического эффекта в насыщение и его независимость от поглощенной энергии на протяжении иногда многих порядков изменения мощности ЭМИ подчинен популяционному гомеостазу и связан с переходом системы "вода-популяция" в новое состояние за счет изменения организации обменного канала "клетка–водная среда", проявляющимся в реструктуризации макромолекулы воды. Сохранение целостности популяции является результатом выдавливания энтропии, полученной за счет внешнего воздействия, в среду обитания, что проявляется в эксперименте как уменьшение проводимости воды. Являясь неравновесной изотермической системой с изменяющейся свободной энергией вследствие поглощения излучения [10], популяция сохраняет энтропию в большом диапазоне внешних воздействий в результате двунаправленных обменных процессов в системе «популяция – водная среда», одновременность которых поддерживается за счет непрерывного межклеточного информационного обмена.

Необходимо отметить, что для биологической системы в устойчивом состоянии энтропия может меняться в небольших пределах по сравнению с неживыми объектами (например, идеальный газ, распределенная система с хаотическим поведением и т.д., где изменение энтропии в эксперименте может составлять несколько порядков). Это означает, что гарантированную повторяемость результатов экспериментальных исследований на живых системах можно ожидать через период времени, определяемый возвратом к первоначальному состоянию со значением энтропии невозмущенной системы «живой организм - среда обитания».

Заключение

1. Экспериментально показано влияние высокоорганизованного биообъекта и ЭМИ на популяцию простейших. На основании отклика популяции простейших делается вывод о сходности механизма влияния на живые объекты человека и ЭМИ с выходом воздействия непосредственно на клетку.

2. Реакция популяции указывает на групповой отклик особей на внешнее воздействие, синхронность которого организована межклеточным информационным каналом, базирующимся на уровне метаболитов, процессе реструктуризации воды и механизме дальнодействия.

3. Введенный интерфейс межклеточного информационного канала позволяет простое объяснение эффекта зависимости биологического отклика от мощности ЭМИ. Переходный процесс эффекта определяется време-

нем обмена информации между особями популяции, выход в насыщение связан с выдавливанием энтропии, приобретенной живым объектом в результате внешнего воздействия, во внешнюю среду.

4. Время повторяемости результатов экспериментов по низкоинтенсивным воздействиям на живые объекты определяется временем восстановления энтропии системы "живой организм–среда обитания" и составляет для популяции простейших порядка 10 часов.

Автор выражает благодарность В.И.Гайдуку за полезные критические замечания, Р.А.Оганезовой за организацию метрики на популяции простейших, О.М.Гаврик и Н.Д.Галяшиной за всемерную поддержку при подготовке материалов статьи.

🕮 Литература

1. *Девятков Н.Д., Голант М.Б., Смолянская А.З. и др.* Сессия отделения общей физики и астрономии АН СССР, 17 -18 января 1973. - УФН. 1973, т.110, № 3.
2. *Синицин Н.И., Петросян В.И., Ёлкин В.А., Девятков Н.Д., Гуляев Ю.В., Бецкий О.В.* Особая роль системы «миллиметровые волны – водная среда» в природе. - Биомедицинская электроника. 1999, № 1, с.3-21.
3. *Гайдук В.И., Воронина Н.В., Моисеева Т.Ю.* КВЧ-терапия основана на передаче информации биообъекта через воду? - Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1999, № 3, с.30-34.
4. *Лященко А.К.* Структура воды и водных растворов, релаксационные процессы и механизм воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты. - Биомедицинская электроника. 1998, № 12, с.17-22.
5. *Девятков Н.Д., Кислов В.Я., Кислов В.В., Колесов В.В., Смирнов В.Ф., Чигин Е.П.* Обнаружение эффекта нормализации функционального состояния внутренних органов человека под воздействием активированной миллиметровым излучением воды. - Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1996, № 8, с.65-71.
6. *Бинги В.Н.* Дефекты структуры жидкой воды в магнитном и электрическом поле. - Биомедицинская электроника. 1998, № 2, с.7-6.
7. *Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Кислов В.В.* Миллиметровые волны низкой интенсивности в медицине и биологии. - Биомедицинская радиоэлектроника. 1998, № 4, с.13-29.
8. *Гапочка Л.Д., Гапочка М.Г., Королев А.Ф.* Популяционные аспекты устойчивости одноклеточных организмов к действию электромагнитного облучения низкой интенсивности. - Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2002, № 2, с.3-9.
9. *Шилов А.И.* Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. // М. МГУ. 1997, 260 с.
10. *Чукова Ю.П.* Нетепловые биоэффекты ММ – излучения в свете законов термодинамики и люминесценции. - Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2001, № 4, с.13-32.

Mutual influence of biological systems and efficiently of influence of an electromagnetic irradiation

S.V.Savel'ev

The response of system "water – monocell organisms" on influence of biological object and electromagnetic irradiation is considered. It judged influence exposure directly on a monocell organism that proves to be true identical results at theory and in experiment.

Молекулярная КВЧ-акустотерапия



Майбородин А.В.*, Креницкий А.П.*, Бецкий О.В.**

**ОАО «Центральный научно-исследовательский институт измерительной аппаратуры», г.Саратов*
*** - Институт радиотехники и электроники РАН*

Основываясь на электродинамической модели взаимодействия КВЧ-волн и атмосферного воздуха в легочной и кожной дыхательных системах, предложен новый способ лечения молекулярной КВЧ-акустотерапии, основанный на использовании продольных акустических волн в газах атмосферного воздуха и аэрозолях молекулярно возбужденных КВЧ-полем.

В качестве волноведущих и резонансных элементов, в которых формируются возбужденные КВЧ-полем молекулярные потоки атмосферных газов, модулированные по плотности акустическими волнами, используются квазиоптические узлы, обладающие свойствами акустических устройств.

Живое вещество может рассматриваться как придаток атмосферы. Оно в своей жизни строит из газов атмосферы – кислорода, углекислоты, воды, соединений азота и серы – тело организмов, переводит эти газы в горючие тела – жидкие и твердые, собирает в виде них космическую энергию …» [1].

В.И.Вернадский

1. Введение

Древние целители считали, что энергию человек получает при рождении и затем пополняет ее не только из земной пищи через рот, но и из «космической» пищи через нос [2]. Однако последняя фраза этого утверждения древних возможно подтверждается предложенной электродинамической моделью взаимодействия КВЧ-волн и атмосферного воздуха в дыхательной системе [3], в соответствии с которой дыхательная система представляет собой квазиоптическую приемо-передающую систему с площадью альвеолярной мембранной антенны более 120 м^2, через которую происходит молекулярный (9000 литров атмосферного воздуха за 8 часов), энергетический (преобразование атмосферных газов и теплообмен при вдохе и выдохе) и информационный (молекулярные КВЧ-спектры излучения и поглощения атмосферных газов и спектры внешнего, в том числе и космического, возмущения атмосферных газов). Человек рождается и его первый вздох атмосферного воздуха дарит ему жизнь и связь с внешней средой, в том числе эта связь осуществляется и через дыхание кожей и БАТ (биологически активные точки).

На основании изложенных в [2, 4] некоторых электродинамических представлений процесса дыхания кожей можно предложить следующую модель взаимодействия атмосферного воздуха и биологически активных точек (БАТ) кожи, связанных между собой каналами информационного, энергетического и молекулярного взаимодействия. Кроме молекулярного кожного дыхания БАТ по информационному и энергетическому взаимодействию представляет собой широкополосный приемо-передающий канал, работающий в широком диапазоне частот, включая диапазон КВЧ. Этот диапазон перекрывает диапазон вращательных молекулярных спектров излучения и поглощения атмосферных газов [3].

Прием и передача шумовых сигналов атмосферы через БАТ может осуществляться одновременно на разнесенных по указанному диапазону частотах. БАТ можно отнести к прямохоатическому каналу приема-передачи энергии в диапазоне молекулярных враща-

тельных спектров излучения атмосферных газов [3, 5, 6].

Предложенная модель подтверждается экспериментально СПЕ-эффектом [7], который заключается в том, что при облучении кожи человека монохроматическим сигналом мощностью около 10 мкВт на частотах 50,3; 51,8; 65,0 ГГЦ тело человека начинает излучать в атмосферу поле на частотах приблизительно в 50 раз ниже облучаемых частот ~1 ГГц.

В данной работе предложен метод КВЧ-терапии, основанной на селективном повышении реакционной способности выбранных атмосферных газов в процессе дыхания (КВЧ-аэротерапия) [8] с использованием акустических продольных волн во вдыхаемых газах, существенно увеличивающих их диффузию через мембрану альвеол легких и кожу.

2. Молекулярная КВЧ-акустотерапия в процессе легочного и кожного дыхания

Полную мощность P индуцированного и спонтанного молекулярного излучения, возбужденного внешним КВЧ-полем вдыхаемого атмосферного воздуха в свободном пространстве, можно оценить [9]:

$$P = m\,h\,f_n\,(N_c + N_и),$$

где: m – количество квантов в заданном объеме атмосферного воздуха; h – постоянная Планка; f_n – частоты молекулярных КВЧ-спектров излучения и поглощения атмосферных газов; N_c и $N_и$ – вероятности спонтанного и индуцированного излучения в секунду любых направлений и поляризаций. В соответствии с теорией излучения Дирака вещество и поле рассматриваются как единая система [9].

При возбуждении молекул вдыхаемого атмосферного воздуха внешним КВЧ-полем на частотах их молекулярных спектров излучения и поглощения в дыхательную систему поступает КВЧ-излучение вместе с возбужденными молекулами газов атмосферного воздуха в диапазоне частот 65-240 ГГц.

С этой точки зрения в зависимости от соотношения диаметра d трахеи или бронхов и длины волны λ распространяющихся в них КВЧ-волн дыхательную систему человека или животного можно представить как квазиоптическую линию передачи с переменным диаметром d, в которой в качестве элементов акустического или квазиоптического тракта используются гортань, трахея, бронхи, бронхиоли с диаметрами d от 20 мм до 10^{-2} мм, представляющие собой акустические диэлектрические волноводы при $\lambda/2 > d$ [10] или квазиоптические диэлектрические волноводы при $\lambda/2 < d$, в которых распространяются прямые (вдыхаемые) или отраженные (выдыхаемые) акустические волны в веществе (атмосферные газы) [10] и информационные КВЧ-поля молекулярных спектров излучения и поглощения этих газов. В качестве антенны используются биологические волноводы дыхательных путей, а в качестве молекулярных преобразователей используются альвеолы, которые можно представить как открытые диэлектрические резонаторы для $d \sim \lambda/2$ [11], в которых происходит энергетический, молекулярный и информационный (КВЧ-спектры) обмен.

Этот способ коррекции физического состояния, названный «КВЧ-аэротерапия» [8] основан на селективном повышении реакционной способности газов и аэрозолей, в том числе и атмосферных, путем их молекулярного возбуждения внешними КВЧ-полями на частотах их молекулярных КВЧ-спектров излучения и поглощения и введения в дыхательную систему.

Как было указано в [10] энергия продольных акустических волн при выдохе, возбуждаемых голосовыми связками, создает поле акустического давления на мембрану альвеол с заданной частотой [12].

Частота и амплитуда акустической волны выбирается из условия соз-

дания необходимого акустического давления в дыхательной системе и ее элементах (бронхиолях, альвеолах и т.д.), а следовательно и уровня диффузии газов атмосферы с учетом времени оксигенации гемоглобина, которая определяется по формуле Эйнштейна [13]

$$D = \frac{x^2}{2t},$$

где: D – коэффициент диффузии; x^2 – среднеквадратичное смещение молекулы газа за время $t \approx 0{,}01\text{-}0{,}1$ с.

Поле акустического давления приводит к изменению внутреннего объема альвеол, в результате воздух либо вытесняется в полости бронхиолей, либо вытягивается из них с переменным потоком воздуха объемом $4\pi r^2 v$, где r – радиус альвеолы, v - скорость колебаний стенок альвеол [10].

Для возбуждения КВЧ-волн и акустических волн в дыхательной системе (рис.1) при вдохе можно использовать квазиоптическую КВЧ-линию [14] передачи (рис.2) в качестве акустического волновода.

Собственная частота v колебаний акустической волны в потоке газа в квазиоптическом волноводе длиной L, если один конец его закрыт пьезоэлектрическим или магнитострикционным излучателем, а другой открыт для дыхания из него, равна

$$(2m-1)\frac{C}{4L},$$

где: m = 1,2,3…; C – фазовая скорость волны в газе при вдохе.

На рис.1 показана эластичная хрящевая труба трахеи [2] диаметром 2α = 20 мм, которая имеет ребристую гофрированную поверхность с размерами l ~ 2-6 мм, h = 1-4 мм.

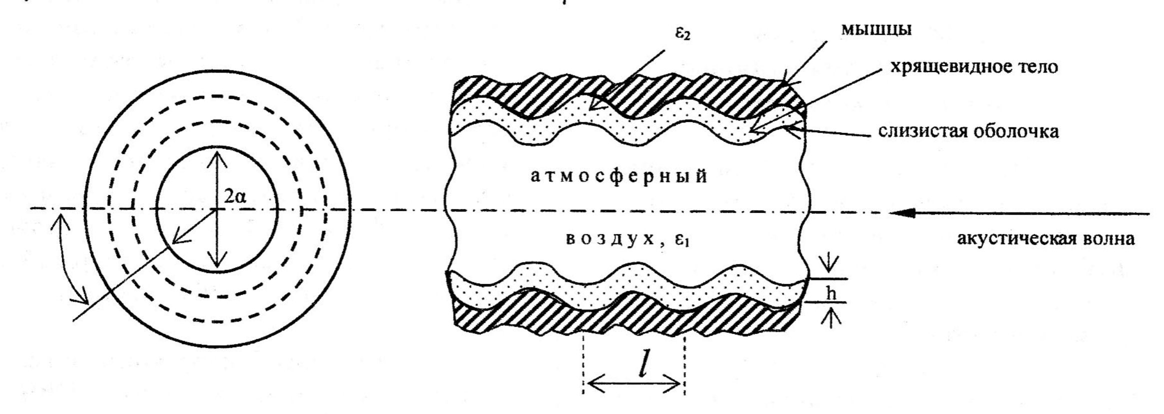


Рис.1. Квазиоптический диэлектрический волновод трахеи

Диэлектрический лучевод представляет собой круглый волновод из диэлектрика (фенопласт tgδ ~ 0,1) с внутренним диаметром 20 мм и внешним - 30 мм, на внутренней поверхности диэлектрика нанесены продольные вдоль оси ребра треугольного сечения с шагом $l < \frac{\lambda}{2}$ и высотой $h < \frac{\lambda}{2}$ (рис.2), постоянная затухания 0,1-7,0 дБ/м.

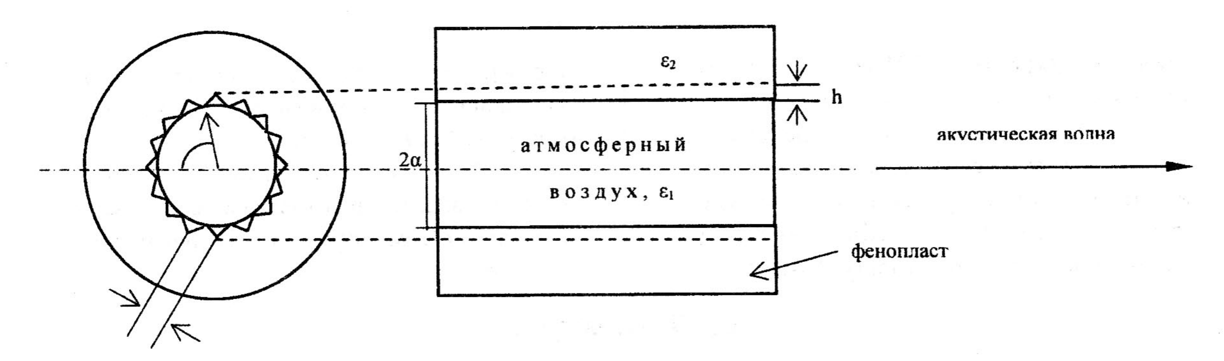


Рис.2 Квазиоптический диэлектрический волновод

Продольные акустические волны в дыхательной системе изменяют аэродинамику воздушных потоков в легких, облегчают работу дыхательных мышц, возбуждают механорецепторы респераторного тракта, что приводит к усилению частоты движения ресничек эпителия бронхов и мукоцилиарного клиренса. Этому способствует также возрастание разницы потока выдоха и вдоха, в альвеолах улучшается конвекция газовых потоков и усиливается скорость диффузии газов через аэрогематический барьер. Кроме того, вследствие создаваемого постоянного положительного давления в конце вдоха (5 мм H_2O) возрастают удельный вес коллатеральной вентиляции и проходимость преимущественно мелких дыхательных путей [15, 16].

В соответствии с [16] частота колебания акустической волны может выбираться в пределах 3-5 Гц. Частота, давление акустической волны и время процедуры выбирается в зависимости от состава дыхательной смеси газов, аэрозолей и выбранной методики лечения.

Альвеолы легких, покрытые тонкой токопроводящей сурфактантной пленкой, образуют КВЧ-резонатор [3]. При возбуждении в нем резонансных КВЧ-волн, при повышенном акустическом давлении газов, создается КВЧ-поле большой напряженности и возбуждает эритроциты крови через микроскопические отверстия («фенестры»), находящиеся между альвеолярными клетками [15, 17], усиливая молекулярный газообмен в процессе дыхания.

В квазиоптическом диэлектрическом волноводе (рис.2) формируется поток атмосферного воздуха, модулированного по плотности акустической волной, в котором возбужден КВЧ-полем один из атмосферных газов (например, кислород на частоте молекулярного спектра поглощения кислорода). С выхода волновода с помощью концентратора молекулярный поток газа направляется на заданную площадь кожи (БАТ) [18]. Акустическое давление на кожу, частота акустической волны и температура потока воздуха выбирается в соответствии с разрабатываемой методикой лечения.

В соответствии с нормами физиотерапии частота акустической волны может быть от 10 до 250 Гц (вибротерапия), до 3 МГц и выше (ультрозвуковая терапия) [16].

В силу высокого градиента звукового давления $(10\text{-}150)\cdot 10^5$ Па$\cdot$см$^{-1}$ и значительных сдвиговых напряжений в биологических тканях ($\approx 1{,}5\cdot 10^{-8}$ м) упругие колебания ультразвукового диапазона изменяют проводимость каналов мембран различных клеток, усиливают молекулярную диффузию газов через кожу и увеличивают глубину проникновения лечебных КВЧ-волн.

3. Заключение

Предложен новый способ КВЧ-терапии – «молекулярная КВЧ-акустотерапия», которая позволяет разработать и внедрить в медицинскую практику новый класс физиотерапевтической аппаратуры, основанной на совместном использовании биомеди-

цинских эффектов КВЧ-волн и акустических волн в атмосферном воздухе.

Эволюционное развитие живых объектов всегда сопровождалось лечебными звуками природы и музыки (акустические волны в атмосферном воздухе) и лечебными КВЧ-излучениями атмосферного воздуха, молекулярно-возбужденного космическими излучениями КВЧ-диапазона.

Поэтому этот способ лечения можно назвать природным, естественным способом коррекции физического состояния.

🕮 Литература

1. *Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. М: наука, 1989, 261 с.
2. *Майбородин А.В., Креницкий А.П.* Биомедицинские эффекты КВЧ-волн в методах китайской акупунктуры. – Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2003, № 2,.
3. *Майбородин А.В., Креницкий А.П., Бецкий О.В.* Электродинамическая модель взаимодействия КВЧ-волн и атмосферного воздуха в дыхательной системе. – Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2002, № 5-6.
4. *Катин А.* Фоль – Метод 2 плюс: акупунктура, синдром хронической усталости, КВЧ в медицине, гомеопатия. С.-Петербург, ООО «Издательство Деан», 2001.
5. *Бецкий О.В., Лебедева Н.Н., Котровская Т.И.* Стохастический резонанс и проблема воздействия слабых сигналов на биологические системы. – Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2002, № 3 (27).
6. *Дмитриев А.С., Кяргинский Б.Е., Панас А.И., Старков С.О.* Прямохаотические схемы передачи информации в сверхвысокочастотном диапазоне. Радиотехника и электроника, 2001, том 46, № 2, с.224-233.
7. *Бецкий О.В., Лебедева Н.Н.* Биологические эффекты миллиметровых волн низкой интенсивности. Матер. конференции, Севастополь, 9-13 сентября 2002 г., с.67-71.
8. *Креницкий А.П., Майбородин А.В.* КВЧ-аэротерапия – новый, природный, естественный, экологически чистый метод лечения. – Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2002, № 4 (28).
9. *Уильям Люиселл.* Излучение и шумы в квантовой электронике. Перевод с англ., изд. «Наука», 1972, с.400, ил.
10. *Абросимова Г.Д., Башкатов И.П.* Воздействие голосового аппарата на внутренние органы. - Биомедицинская радиоэлектроника, 2001, № 1, с.48-57.
11. *Ильченко М.Е., Взятышев В.Ф., Гассанов Л.Г. и др.* Диэлектрические резонаторы. – М: Радио и связь, 1989.
12. *Хабарова О.В.* Биоэффективные частоты и их связь с собственными частотами живых организмов. – Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2002, № 5-6.
13. *Иванов К.П.* Современные проблемы дыхательной функции крови и газообмена в легких. – Физиологический журнал им. И.М.Сеченова 1992, 78, № 11.
14. *Майбородин А.В., Креницкий А.П., Тупикин В.Д., Киричук В.Ф., Авдеенко В.С.* Панорамно-спектрометрический комплекс для исследования тонких структур молекулярных спектров физических и биологических сред. - Биомедицинская радиоэлектроника, 2000, №8, с.6-15
15. *Фролов В.Ф.* Эндогенное дыхание – медицина третьего тысячелетия. Новосибирск, ООО «Динамика», 2001, с.229.
16. *Богомолов В.М., Пономаренко Г.Н.* Общая физиотерапия. – М., «Медицина», 1999, 432 с.
17. *Петракович Г.Н.* «Свободные радикалы против аксиом. Новая гипотеза о дыхании». Русская мысль, № 2, 1992.
18. *Майбородин А.В., Креницкий А.П., Тупикин В.Д., Киричук В.Ф., Волин М.В.* Комплекс для исследований тонких структур молекулярных спектров физический и биологических сред. VII Международная научно-техническая конференция. – Радиолокация, навигация, связь. 24-26 апреля 2001г. Воронеж, Россия, том № 1, с.609-614.

Molecular EHF acoustic therapy

A.V.Maiborodin, A.P.Krenitskyi, O.B.Betsky

Being based on electrodynamic model of interacting the EHF - waves with air in pulmonary and skin respiratory systems, put in the forward works, a new method of molecular EHF - therapy, based on using of the longitudinal acoustic waves in gases of the air and aerosoles is suggested.

The complete set of quasioptical assemblies is used as a waveguide channel, in whicn the molecular flow of atmospheric gases, being excited by EHF - field and density-modulated by acoustic wave is formed.

Антитромбогенная активность сосудистой стенки у больных хроническим генерализованным пародонтитом и ее восстановление методом КВЧ-терапии



Киричук В.Ф., Широков В.Ю.

Саратовский государственный медицинский университет

У больных хроническим генерализованным пародонтитом тромборезистентность эндотелия сосудов снижена. Степень и характер угнетения тромборезистентности сосудистой стенки зависит от тяжести хронического генерализованного пародонтита. Комбинированная КВЧ-терапия полностью или частично восстанавливает тромборезистентность эндотелия сосудов в зависимости от тяжести течения заболевания.

Введение

Хронический генерализованный пародонтит сопровождается выраженными нарушениями микроциркуляции в тканях пародонта [1-3]. По данным реопародонтографии выявлено снижение показателя тонуса сосудов, индексов периферического сопротивления и эластичности сосудов, что утяжеляет течение воспалительного процесса в пародонте [1].

Расстройство микроциркуляции играет ключевую роль в патогенезе пародонтита и коррелирует со степенью тяжести пародонтита. Изменения в микрососудах пародонта и нарушение кровотока при этом служит верным диагностическим признаком на ранних этапах нарушения трофики в тканях пародонта. По мере прогрессирования и генерализации патологического процесса нарушения микроциркуляции нарастают, а изменения в микрососудах приобретают генерализованный характер [3].

Эндотелий сосудистой стенки обладает тромборезистентностью, что обусловлено способностью эндотелиоцитов секретировать в кровоток естественные антиагреганты (простациклин, оксид азота, эндотелины), антикоагулянты (антитромбин III, альфа 2 – макроглобулин, протеин C, протеин S, гепарансульфат, дерматансульфат), тромбомодулин, тканевой активатор плазминогена [4-9].

Это обеспечивает антиагрегантные, антикоагулянтные и фибринолитические свойства эндотелия сосудистой системы [4-6].

Традиционные методы лечения хронических пародонтитов недостаточно эффективны [3, 10]. В то же время электромагнитные волны крайне высокой частоты (КВЧ-волны) успешно применяются в лечении многочисленных, в том числе стоматологических заболеваний [11-16].

Анализ данных литературы показал, что у больных хроническим генерализованным пародонтитом антитромбогенная активность эндотелия сосудистой стенки и характер ее изменений при комбинированной КВЧ-терапии не изучены, что и предопределило цель настоящего исследования.

Материал и методы

Нами обследовано 58 больных хроническим генерализованным пародонтитом обоего пола различной степени тяжести. Средний возраст больных составил 38,5±2,7 лет. Контрольные исследования проведены на 29 практически здоровых лицах – добровольцах

обоего пола в возрасте 37,8±3,3 лет. Всем больным проводилось комплексное исследование пародонта: определялась глубина пародонтальных карманов, кровоточивость десны при зондировании, стойкость капилляров (по *Кулаженко*), подвижность зубов, индекс гигиены *Федорова-Володкиной*, пародонтальный индекс ВОЗ (CPJTN).

Антитромбогенная активность сосудистой стенки определялась путем окклюзионной пробы [4, 17] при наложении манжеты сфигмоманометра на плечо обследуемого больного и создании в ней давления, превышающего систолическое на 10 мм рт. ст. в течение 3-х минут, что приводит к выделению в кровоток антиагрегантов (простациклина, оксида азота, эндотелинов), естественных антикоагулянтов (антитромбина III, протеина С, протеина S), компонентов системы фибринолиза – тканевых активаторов плазминогена [7-9]. До начала и сразу после проведения окклюзионной пробы в крови определяли агрегационную активность тромбоцитов с помощью стандартного турбодиметрического метода двухканальным агрегометром БИОЛА 230-Ltd (НПФ «Биола», Россия), сопряженным через интерфейс с копьютером [18] с использованием в качестве агреганта АДФ (фирма «Технология-Стандарт», Барнаул, Россия) в конечной концентрации 2,5 мкм. Активность антитромбина III определяли на коагулометре Solor – CGL 2120 (Беларусь) с использованием реактивов фирмы «Технология-Стандарт», активность тканевых активаторов плазминогена – на стандартных фибриновых пленках [19]. На основании полученных данных вычислялись индексы антиагрегационной, антикоагулянтной и фибринолитической активности эндотелия сосудистой стенки [5, 17].

В зависимости от проводимого лечения больные были разделены на 2 группы: первая – с применением в комплексном лечении метода КВЧ-терапии (44 человека), вторая (группа сравнения) – получавшие традиционное лечение (14 человек).

Для проведения КВЧ-терапии пpменяли аппарат «Явь-1» с длиной волны 7,1 мм. Воздействие проводилось на биологически активные точки кожи лица (Cv-26; Cv-27; St-7; St-8) [20]. Суммарное время воздействия – 30 минут, количество сеансов – 10.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета программ «MED STAT».

Результаты и обсуждение

Установлено, что у больных хроническим генерализованным пародонтитом антитромбогенная активность эндотелия сосудистой стенки снижена, что сопровождается уменьшением индексов антиагрегационной, антикоагулянтной и фибринолитической активности по сравнению с практически здоровыми лицами (табл.1). Это свидетельствует о том, что в эндотелии сосудов понижен синтез и секреция в кровоток естественных дезагрегантов (простациклина, оксида азота, эндотелинов), антикоагулянтов (антитромбина III, протеина С, протеина S), тромбомодулина и тканевых активаторов плазминогена [4-9].

Как видно из данных, представленных в таблице 2, угнетение антиагрегационной, антикоагулянтной и фибринолитической способности эндотелия сосудов наблюдается при различной степени тяжести течения хронического генерализованного пародонтита. Однако необходимо отметить, что при легкой степени заболевания нарушение антитромбогенной активности эндотелия сосудов выражены менее, чем при среднетяжелой и тяжелой степени, причем в большей мере снижена антикоагулянтная способность эндотелия сосудистой стенки. При среднетяжелой и тяжелой степени хронического генерализованного пародонтита показатели, характеризующие антитромбогенную активность сосудистой стенки, снижены в одинаковой степени по сравнению с контролем, а у больных с тяжелой степенью более выражены, чем у пациентов со среднетяжелым течением заболевания и с легкой степенью (табл.2).

Табл.1. ***Антитромбогенная активность сосудистой стенки у больных хроническим генерализованным пародонтитом и ее динамика при комбинированной КВЧ-терапии (M±m)***

Показатели	Контроль (n=44)	Хронический генерализованный пародонтит		Группа сравнения (n=14)
		До лечения (n=58)	После лечения (n=44)	
Индекс антиагрегационной активности (усл. ед.)	1,55±0,07	1,32±0,04 $p<0,001$	1,43±0,03 $p<0,05$ $p_1<0,02$ $p_2<0,05$	1,38±0,02 $p<0,001$ $p_1>0,05$
Индекс антикоагулянтной активности (усл. ед.)	1,27±0,005	1,16±0,004 $p<0,001$	1,23±0,004 $p<0,001$ $p_1<0,001$ $p_2<0,001$	1,19±0,003 $p<0,001$ $p_1<0,01$
Индекс фибринолитической активности (усл. ед.)	1,69±0,03	1,47±0,03 $p<0,001$	1,58±0,04 $p<0,01$ $p_1<0,01$ $p_2<0,05$	1,51±0,02 $p<0,001$ $p_1>0,05$

Примечание: p – по сравнению с контролем, p_1 - по сравнению с данными до лечения, p_2 - по отношению к группе сравнения.

Табл.2. ***Антитромбогенная активность сосудистой стенки у больных хроническим генерализованным пародонтитом различной степени тяжести (M±m)***

Показатели	Контроль (n=44)	Степень тяжести		
		Легкая (n=20)	Средняя (n=24)	Тяжелая (n=12)
Индекс антиагрегационной активности (усл. ед.)	1,55±0,07	1,42±0,03 $p<0,05$	1,34±0,05 $p<0,001$ $p_1<0,05$	1,21±0,04 $p<0,001$ $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Индекс антикоагулянтной активности (усл. ед.)	1,27±0,005	1,22±0,007 $p<0,01$	1,18±0,002 $p<0,001$ $p_1<0,01$	1,09±0,003 $p<0,001$ $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Индекс фибринолитической активности (усл. ед.)	1,69±0,03	1,62±0,02 $p<0,05$	1,51±0,04 $p<0,001$ $p_1<0,01$	1,27±0,03 $p<0,001$ $p_1<0,001$ $p_2<0,001$

Примечание: p – по сравнению с контролем, p_1 - по сравнению с легкой степенью тяжести, p_2 - по сравнению со средней степенью тяжести.

Использование метода КВЧ-терапии в комплексном лечении больных хроническим генерализованным пародонтитом приводило к возрастанию антитромбогенной активности эндотелия сосудов, однако не происходило полного восстановления индексов антиагрегационной, антикоагулянтной и фибринолитической активности стенки сосудов (табл.1). Более значимо возрастала антикоагулянтная, менее - фибринолитическая и антиагрегационная активность эндотелия сосудистой стенки. В группе сравнения, в которой больные получали традиционное лечение, имелась тенденция к неполному восстановлению лишь антикоагулянтной способности сосудистой стенки, в то время как антиагрегационная и фибринолитическая статистически достоверно не отличались от показателей до начала лечения (табл.1).

Имеются отличия в изменении антитромбогенной активности эндотелия сосудов при комбинированной КВЧ-терапии у больных хроническим генерализованным пародонтитом в зависимости от степени тяжести заболе-

вания (табл.3). Как видно, при легкой степени происходит полное восстановление антитромбогенной активности эндотелия сосудов. В то же время при среднетяжелой и тяжелой степени заболевания имеется полное восстановление фибринолитической активности и неполное – антикоагулянтной и антиагрегационной способности эндотелиоцитов сосудов. Кроме того, у больных с тяжелым течением заболевания при комбинированной КВЧ-терапии отмечается менее выраженное частичное восстановление показателей, характеризующих тромборезистентность эндотелия сосудов.

Табл.3. ***Динамика антитромбогенной активности сосудистой стенки у больных хроническим генерализованным пародонтитом различной степени тяжести при комбинированной КВЧ-терапии (M±m)***

Показатели	Контроль (n=44)	КВЧ-терапия			Группа сравнения (n=14)
		Степень тяжести			
		Легкая (n=18)	Средняя (n=14)	Тяжелая (n=12)	
Индекс антагрегационной активности (усл.ед.)	1,55±0,07	1,52±0,04 $p>0{,}05$ $p_1<0{,}001$	1,41±0,03 $p<0{,}05$ $p_1>0{,}05$	1,37±0,02 $p<0{,}01$ $p_1>0{,}05$	1,38±0,02 $p<0{,}001$
Индекс антикоагулянтной активности (усл.ед.)	1,27±0,005	1,28±0,06 $p>0{,}05$ $p_1<0{,}001$	1,24±0,007 $p<0{,}01$ $p_1<0{,}01$	1,18±0,04 $p<0{,}001$ $p_1>0{,}05$	1,19±0,003 $p<0{,}001$
Индекс фибринолитической активности (усл.ед.)	1,69±0,03	1,69±0,05 $p>0{,}05$ $p_1<0{,}001$	1,62±0,03 $p>0{,}05$ $p_1<0{,}001$	1,42±0,04 $p<0{,}001$ $p_1<0{,}02$	1,51±0,02 $p<0{,}001$

Примечание: p – по сравнению с контролем,
p_1 - по отношению к группе сравнения.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о том, что у больных хроническим генерализованным пародонтитом антитромбогенная активность сосудистой стенки снижена, что обусловлено уменьшением образования и секреции в кровь антиагрегантов, антикоагулянтов и компонентов системы фибринолиза [4-9]. Эти изменения могут приводить к нарушению микроциркуляции в тканях пародонта, связанных с локальным внутрисосудистым свертыванием крови, образованием в сосудах тканей пародонта тромбоцитарных тромбов и агрегатов эритроцитов [1] и способствовать развитию в них патологического процесса [3]. Комбинированная КВЧ-терапия в зависимости от степени тяжести хронического генерализованного пародонтита полностью или частично восстанавливает антитромбогенную активность эндотелия сосудистой стенки.

Выводы

1. У больных хроническим генерализованным пародонтитом антитромбогенная активность эндотелия сосудов снижена.
2. Степень и характер угнетения антитромбогенной активности эндотелия сосудов зависит от тяжести хронического генерализованного пародонтита.
3. Комбинированная КВЧ-терепия полностью или частично восстанавливает антитромбогенную активность сосудистой стенки в зависимости от тяжести течения хронического генерализованного пародонтита.

🕮 Литература

1. *Золотарева Ю.Б., Гусева И.Е.* Влияние окклюзионных нарушений на течение воспалительного процесса в тканях пародонта - Стоматол., 2001, № 4, с.21-23.
2. *Кречина Е.К.* Нарушения микроциркуляции в тканях пародонта при его заболеваниях и клинико-функциональное обоснование методов их коррекции. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук, М, 1996.
3. *Рисованный С.И.* Функциональная оценка состояния микроциркуляции при высокоинтенсивной лазерной терапии хронического пародонтита - Росс. стоматол. журнал, 2001, № 5, с.13-18.
4. *Балуда В.П., Деянов И.И., Балуда М.В. и др.* Профилактика тромбозов. Изд-во СарГУ, Саратов, 1992, 176 с.
5. *Балуда В.П., Лукоянова Т.И., Можина А.А.* Роль сосудистой стенки в процессах внутрисосудистого тромбообразования - Патол. физиол. и экспер. терапия, 1980, № 2, с.51-53.
6. *Киричук В.Ф.* Физиология крови. Саратов. Изд-во Сар. гос. мед.ун-та, 2002, 106 с.
7. *Griglewski R.J.* Interaction between endothelial secretogogues - Ann. Rev. Med., 1995, v.27, № 3, p.421-427.
8. *Zuscher T.F., Tarner F.C., Tschudi M.R.* Endotelial dysfunction in coronary artery disease - Ann. Rev. Med., 1993, v.44, p.395-418.
9. *Takeja H., Suzuki K.* Anticoagulant and fibrinolytic system of the injired vascular endothelial cells //Rinsko/ Biori/ 1994, № 4, p.333-339.
10. *Цепов Л.М., Морозов В.Г., Николаев А.И. и др.* Комплексный подход к диагностике и лечению хронического генерализованного пародонтита // Стоматол., 2001, № 1, с.35-37.
11. *Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Лебедева Н.Н.* Лечение электромагнитными полями. ч.2. - Биомед. Радиоэлектроника, 2000, № 10, с.3-13.
12. *Девятков Н.Д., Голант Н.Б., Бецкий О.В.* ММ-волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М., Радио и связь, 1991, 168 с.
13. *Девятков Н.Д., Голант Н.Б., Бецкий О.В.* Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн. М., Изд-во ИРЭ РАН, 1994, 160 с.
14. *Киричук В.Ф., Головачева Т.В., Чиж А.Г.* КВЧ-терапия. Саратов. Изд-во Сар. гос. мед. ун-та. 1999, 360 с.
15. *Киричук В.Ф., Волин М.В., Креницкий А.Г.* и др. Тромбоциты в реакциях системы гемостаза и КВЧ-воздействие. Саратов. Изд-во Сар. гос. мед. ун-та. 2002, 190 с.
16. *Киричук В.Ф., Лепилин А.В., Апальков И.П., Деревянченко И.А.* Применение КВЧ-терапии в лечении больных с генерализованным пародонтитом // Межрегион. сб. науч. работ, «Проблемы физической биомедицины», Саратов. 2003, с.83-88
17. *Балуда В.П., Соколов Е.И., Балуда М.В.* и др. Манжеточная проба в диагностике состояния сосудистого звена системы гемостаза - Гематол. и трансфузиол., 1987, № 9, с.51-53.
18. *Габбасов З.А., Попов Е.Г., Гаврилов И.Ю.* и др. Новый высокочувствительный метод анализа агрегации тромбоцитов - Лабор. дело, 1989, № 10, с.15-18.
19. *Astrup T., Mullertz S.* The fibrin plate method for estimating fiblinolytic aktiviti//Arch. Biochem. Biophys., 1952, v.40, p.346-351.
20. *Катин А.Я.* Альтернативная медицина в кардиологии. Витебск, 1998.

Antithrombogenic activity of vascular wall at the patients with chronic general parodontitis and it restoration by the method of EHF-therapy

V.F.Kirichuk, V.U.Shirokov

At the patients with chronic general parodontitis thromboresistance of vascular endothelium is reduced. The oppression degree and character of thromboresistance of vascular walls is dependent on the gravity of chronic general parodontitis. The combined EHF-therapy completely or partly restores the thromboresistance of vascular endothelium depending on gravity of disease course.

Эффективность КВЧ-терапии в коррекции нарушений в микроциркуляторном гемостазе у больных генерализованным пародонтитом в сочетании с заболеваниями гастродуоденальной области



Киричук В.Ф., Широков В.Ю.

Саратовский государственный медицинский университет

У больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с различными заболеваниями гастродуоденальной области микроциркуляторный механизм гемостаза нарушен за счет снижения тромборезистентности эндотелия сосудистой стенки (антиагрегационной, антикоагулянтной и фибринолитической активности) и повышения агрегационной способности тромбоцитов. Метод комбинированной КВЧ-терапии в большей степени восстанавливает микроциркуляторный гемостаз, чем традиционное лечение.

Введение

Хронический генерализованный пародонтит является широко распространенным заболеванием в различных возрастных группах, сочетаясь с патологией внутренних органов. Так, хронические заболевания желудочно-кишечного тракта у больных генерализованным пародонтитом встречаются в 64,2 % случаев, а хронический холецистит и холецистохолангит – в 86,7 % [1-3].

Как у больных хроническим пародонтитом, так и хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта отмечены нарушения в системе гемостаза [4-6]. При различной степени тяжести генерализованного пародонтита в собственно слизистом слое десны наблюдается полнокровие артериол и венул, стаз форменных элементов крови [7]. В микроциркуляторном русле пародонта методом реопародонтографии выявлено снижение показателя тонуса сосудов, индексов периферического сопротивления и эластичности сосудов [8-11]. Повреждение эндотелиоцитов сопровождается развитием сладжсиндрома, что подтверждается наличием значительного количества тромбоцитов, располагающихся не только в просвете сосудов, но и собственно слизистой оболочке десны [7].

КВЧ-терапия успешно применяется при лечении различных, в том числе стоматологических заболеваний [4, 12-15]. Эффективность лечения электромагнитными волнами крайне высокой частоты обусловлены многими механизмами, в том числе восстановлением микроциркуляции, реологических свойств крови и нарушений в системе гемостаза [15].

В связи с этим цель настоящего исследования – изучение нарушений в микроциркуляторном звене системы гемостаза у больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с различными заболеваниями желудочно-кишечного тракта и эффективности КВЧ-терапии в их коррекции.

Материал и методы

Обследован 171 больной обоего пола с хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с раз-

личными заболеваниями гастродуоденальной области. Среди них было 56 пациентов с сопутствующем заболеванием эрозией, 54 – эрозивно-язвенным поражением гастродуоденальной области, 34 – язвой желудка и 27 – язвой двенадцатиперстной кишки. Средний возраст больных составил 39,7±3,3 лет. Всем больным проводилось комплексное исследование пародонта: определялась глубина пародонтальных карманов, кровоточивость десен при зондировании, стойкость капилляров (по *Кулаженко*), подвижность зубов, индекс гигиены *Федорова-Володкиной*, пародонтальный индекс ВОЗ (CPJTN).

Агрегационную активность тромбоцитов определяли с помощью стандартного турбодиметрического метода двухканальным агрегометром 230 Ltd БИОЛА (НПФ «Биола», Россия), сопряженным через интерфейс с компьютером [16]. В качестве агреганта использовали АДФ (фирма «Технология-Стандарт», Барнаул, Россия) в конечной концентрации 2,5 мкМ. Активность антитромбина III определяли на коагулометре Solor – CGL 2120 (Беларусь) с использованием реактивов фирмы «Технология-Стандарт» (Барнаул, Россия), активность тканевых активаторов плазминогена – на стандартных фибриновых пленках [17].

Антитромбогенную активность сосудистой стенки определяли путем окклюзионной пробы [18, 19] при наложении манжеты сфигмоманометра на плечо обследуемого больного и создании в ней давления, превышающего систолическое на 10 мм. ст. ст., в течение 3-х минут, что приводит к выделению из эндотелия в кровоток антиагрегантов (простациклина, эндотелинов, оксида азота), естественных антикоагуянтов (антитромбина III, протеина С, протеина S), компонентов системы фибринолиза (тканевых активаторов плазминогена) [18-23]. До начала и сразу после проведения окклюзионной пробы в крови определяли агрегационную активность тромбоцитов, активность антитромбина III и тканевых активаторов плазминогена. На основе полученных данных вычислялись индексы антиагрегационной, антикоагулянтной и фибринолитической активности эндотелия сосудистой стенки [18, 19].

В зависимости от проводимого лечения больные были разделены на две группы: первая – с применением в комплексном лечении метода КВЧ-терапии (112 человек), вторая – группа сравнения – традиционное лечение (59 человек). Для проведения КВЧ-терапии применяли аппарат «Явь-1» с длиной волны 7,1 мм (частота 42,2 ГГц). Воздействие проводилось на биологически активные точки кожи лица (Cv-26, Cv-27, St-7, St-8) [24]. Время воздействия составляло 30 мин, количество сеансов – 10. Всем больным проводилась противовоспалительная местная терапия, профессиональная гигиена полости рта, избирательное пришлифовывание зубов, шинирование подвижных зубов.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета программ «MED STAT».

Результаты и обсуждение

У больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с хроническими эрозиями гастродуоденальной области микроциркуляторный механизм гемостаза нарушен (табл.1). Это обусловлено повышенной агрегационной способностью тромбоцитов, у которых статистически достоверно увеличена максимальная степень агрегации и максимальный размер тромбоцитарных агрегатов. Одновременно с этим происходит

Табл.1. ***Микроциркуляторный гемостаз у больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с хроническими эрозиями гастродуоденальной области и его динамика при комбинированной КВЧ-терапии (M±m)***

Показатели	Контроль (n=29)	До лечения (n=56)	После лечения (n=42)	Группа сравнения (n=14)
Максимальная степень агрегации тромбоцитов (%)	24,45±2,73	46,02±0,32 $p_1<0,001$	30,66±1,72 $p_1<0,05$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	40,72±0,86 $p_1<0,001$ $p_2<0,02$
Максимальный радиус тромбоцитарных агрегатов (усл. ед.)	7,33±1,21	9,12±0,48 $p_1<0,02$	7,12±0,37 $p_1>0,05$ $p_2<0,02$ $p_3<0,02$	8,17±0,24 $p_1>0,05$ $p_2<0,02$
Индекс антиагрегационной активности (усл. ед.)	1,55±0,07	1,07±0,02 $p_1<0,001$	1,48±0,05 $p_1>0,05$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	1,12±0,03 $p_1<0,001$ $p_2>0,05$
Индекс антикоагулянтной активности (усл. ед.)	1,27±0,05	1,05±0,01 $p_1<0,001$	1,22±0,01 $p_1<0,05$ $p_2<0,01$ $p_3<0,02$	1,09±0,02 $p_1<0,001$ $p_2<0,05$
Индекс фибринолитической активности (усл. ед.)	1,69±0,03	1,05±0,02 $p_1<0,001$	1,59±0,04 $p_1<0,05$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	1,19±0,03 $p_1<0,001$ $p_2<0,01$

Примечание: p_1 - по сравнению с контролем; p_2 - по сравнению с данными до лечения; p_3 - по отношению к группе сравнения.

снижение тромборезистентности эндотелия сосудистой стенки, что проявляется в статистически достоверном уменьшении индексов антиагрегационной, антикоагулянтной и фибринолитической активности эндотелия сосудов. После окончания курса комбинированной КВЧ-терапии наблюдается частичное восстановление микроциркуляторного звена системы гемостаза, что сопровождается нормализацией такого показателя агрегационной способности тромбоцитов как максимальный радиус тромбоцитарных агрегатов, а также индекса антиагрегационной активности эндотелия сосудистой стенки (табл.1). В то же время максимальная степень агрегации тромбоцитов остается статистически достоверно повышенной, а индексы антикоагулянтной и фибринолитической активности эндотелия сосудов достоверно снижены по сравнению с данными группы контроля. Однако необходимо отметить, что степень нормализации микроциркуляторного гемостаза у больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с эрозиями гастродуоденальной области при комбинированной КВЧ-терапии выражена в большей степени, чем при стандартном лечении в группе сравнения (табл.1).

У больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с эрозивно-язвенным поражением гастродуоденальной области, язвой желудка и двенадцатиперстной кишки изменения в микроциркуляторном звене гемостаза аналогичны тем, что наблюдаются при хроническом пародонтите в сочетании с хроническими эрозиями гастродуоденальной области (таблицы 2-4). После завершения курса

КВЧ-терапии в сочетании с традиционными методами также происходит лишь частичная нормализация в показателях, характеризующих антитромбогенную активность эндотелия сосудистой стенки и агрегационную способность тромбоцитов. Однако и в этих группах больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с язвенными поражениями гастродуоденальной области восстановление микроциркуляторного гемостаза после комбинированной КВЧ-терапии выражены в большей степени, чем при традиционном методе лечения.

Табл.2. ***Микроциркуляторный гемостаз у больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с эрозивно-язвенным поражением гастродуоденальной области и его динамика при комбинированной КВЧ-терапии (M±m)***

Показатели	Контроль (n=29)	До лечения (n=54)	После лечения (n=37)	Группа сравнения (n=17)
Максимальная степень агрегации тромбоцитов (%)	24,45±2,73	39,92±0,72 $p_1<0,001$	31,17±1,26 $p_1<0,02$ $p_2<0,01$ $p_3<0,05$	28,72±0,64 $p_1<0,05$ $p_2<0,001$
Максимальный радиус тромбоцитарных агрегатов (усл. ед.)	7,33±1,21	8,72±0,22 $p_1>0,05$	7,44±0,37 $p_1>0,05$ $p_2<0,02$ $p_3>0,05$	7,95±0,18 $p_1>0,05$ $p_2<0,02$
Индекс антиагрегационной активности (усл. ед.)	1,55±0,07	0,84±0,01 $p_1<0,001$	1,17±0,03 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	1,02±0,03 $p_1<0,001$ $p_2<0,002$
Индекс антикоагулянтной активности (усл. ед.)	1,27±0,05	0,93±0,01 $p_1<0,001$	1,11±0,02 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$ $p_3<0,02$	1,02±0,01 $p_1<0,001$ $p_2<0,05$
Индекс фибринолитической активности (усл. ед.)	1,69±0,03	0,97±0,01 $p_1<0,001$	1,36±0,04 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	1,16±0,02 $p_1<0,001$ $p_2<0,01$

Примечание: p_1 - по сравнению с контролем; p_2 - по сравнению с данными до лечения; p_3 - по отношению к группе сравнения.

Табл.3. ***Микроциркуляторный гемостаз у больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с язвой желудка и его динамика при комбинированной КВЧ-терапии (M±m)***

Показатели	Контроль (n=29)	До лечения (n=34)	После лечения (n=18)	Группа сравнения (n=16)
Максимальная степень агрегации тромбоцитов (%)	24,45±2,73	62,45±1,12 $p_1<0,001$	37,62±2,04 $p_1<0,01$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	91,84±1,34 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Максимальный радиус тромбоцитарных агрегатов (усл. ед.)	7,33±1,21	8,74±0,72 $p_1<0,05$	7,79±0,68 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$ $p_3>0,05$	8,12±0,47 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$

Показатели	Контроль (n=29)	До лечения (n=34)	После лечения (n=18)	Группа сравнения (n=16)
Индекс антиагрегационной активности (усл. ед.)	1,55±0,07	0,84±0,01 $p_1<0,001$	1,27±0,03 $p_1<0,01$ $p_2<0,001$ $p_3<0,002$	1,04±0,01 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Индекс антикоагулянтной активности (усл. ед.)	1,27±0,05	0,93±0,01 $p_1<0,001$	1,14±0,01 $p_1<0,001$ $p_2<0,01$ $p_3<0,02$	1,07±0,005 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Индекс фибринолитической активности (усл. ед.)	1,69±0,03	0,97±0,01 $p_1<0,001$	1,32±0,02 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	1,13±0,03 $p_1<0,001$ $p_2<0,002$

Примечание: p_1 - по сравнению с контролем; p_2 - по сравнению с данными до лечения; p_3 - по отношению к группе сравнения.

Табл.4. ***Микроциркуляторный гемостаз у больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с язвой двенадцатиперстной кишки и его динамика при комбинированной КВЧ-терапии (M±m)***

Показатели	Контроль (n=29)	До лечения (n=27)	После лечения (n=15)	Группа сравнения (n=12)
Максимальная степень агрегации тромбоцитов (%)	24,45±2,73	43,24±2,15 $p_1<0,001$	34,47±1,82 $p_1<0,01$ $p_2<0,05$ $p_3<0,05$	38,17±1,16 $p_1<0,001$ $p_2<0,05$
Максимальный радиус тромбоцитарных агрегатов (усл. ед.)	7,33±1,21	9,42±1,02 $p_1<0,05$	8,12±1,14 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$ $p_3>0,05$	8,86±0,72 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$
Индекс антиагрегационной активности (усл. ед.)	1,55±0,07	1,02±0,02 $p_1<0,001$	1,24±0,04 $p_1<0,01$ $p_2<0,001$ $p_3<0,02$	1,12±0,03 $p_1<0,002$ $p_2<0,05$
Индекс антикоагулянтной активности (усл. ед.)	1,27±0,05	1,04±0,03 $p_1<0,001$	1,18±0,004 $p_1<0,001$ $p_2<0,01$ $p_3<0,001$	1,09±0,004 $p_1<0,001$ $p_2<0,02$
Индекс фибринолитической активности (усл. ед.)	1,69±0,03	0,93±0,05 $p_1<0,001$	1,41±0,05 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	1,22±0,03 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$

Примечание: p_1 - по сравнению с контролем; p_2 - по сравнению с данными до лечения; p_3 - по отношению к группе сравнения.

Таким образом, у больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с различными заболеваниями гастродуоденальной области микроциркуляторный механизм гемостаза нарушен за счет снижения тромборезистентности эндотелия сосудистой стенки и повышения агрега-

ционной способности тромбоцитов, что приводит к нарушению микроциркуляции, в том числе и в тканях пародонта, способствуя развитию патологических механизмов хронического генерализованного пародонтита. Метод комбинированной КВЧ-терапии в большей степни восстанавливает микроциркуляторный гемостаз, чем традиционное лечение, и может быть рекомендован в период подготовки больных к операции.

🕮 Литература

1. *Горбачева И.А., Кирсанов А.И., Орехова Л.Ю.* Общесоматические аспекты патогенеза и лечения генерализованного пародонтита - Стоматология, 2001, № 1, с.26-34.
2. *Уразова Р.С., Шамсутдинов Н.Ш., Казанцева Т.Ю.* Состояние слизистой оболочки полости рта и тканей пародонта у детей с гастродуоденальной патологией, ассоциированной с Helicobacter pylori - Стоматология, 2001, № 1, с.20-22.
3. *Данилова Т.О., Якубов Р.К., Мавлянов И.Р. и др.* Оценка состояния зубочелюстной системы у детей с патологией желудочно-кишечного тракта - Стоматология, 2001, № 4, с.63-65.
4. *Киричук В.Ф., Лепилин А.В., Апальков И.П., Деревянченко И.А.* Применение КВЧ-терапии в лечении больных с генерализованным пародонтитом // Межрегион. сб. науч. работ «Проблемы физической биомедицины», Саратов, 2003, с.83-88.
5. *Блинова Т.В.* Тромбоцитарно-сосудистый, коагуляционный гемостаз и реологические свойства крови у больных с эрозивно-язвенными поражениями желудка и двенадцатиперстной кишки - Автореф. дисс. … канд. мед. наук, Саратов, 1999, 20 с.
6. *Махова Г.Е.* Состояние сосудисто-тромбоцитарного звена системы гемостаза и эффективность ЭМИ КВЧ в его коррекции в комплексной терапии язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки - Автореф. дисс. … канд. мед. наук, Саратов, 1998, 22 с.
7. *Михалева Л.М., Бархана Т.Г., Шаповалов В.Д.* и соавт. Ультраструктурные аспекты клеточных популяций мягких тканей десны при хроническом воспалительном процессе - Архив патол., 2001, № 6, с.15-20.
8. *Золотарева Ю.Б., Гусева И.Е.* Влияние окклюзионных нарушений на течение воспалительного процесса в тканях пародонта - Стоматол., 2001, № 4, с.21-23.
9. *Камилов Х.П.* Эффективность терапии при действии комбинированного низкоинтенсивного ультрафиолетового и инфракрасного лазерного облучения у больных хроническим пародонтитом - Росс. стоматол. журнал, 2002, № 3, с.18-21.
10. *Кречина Е.К.* Нарушения микроциркуляции в тканях пародонта при его заболеваниях и клинико-функциональное обоснование методов их коррекции. Автореф. дисс. … докт. мед. наук, М, 1996, 42 с.
11. *Рисованный С.И.* Функциональная оценка состояния микроциркуляции при высокоинтенсивной лазерной терапии хронического пародонтита - Росс. стоматол. журнал, 2001, № 5, с.13-18.
12. *Девятков Н.Д., Голант Н.Б., Бецкий О.В.* Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн. М.: Изд-во ИРЭ РАН, 1994, 160 с.
13. *Девятков Н.Д., Голант Н.Б., Бецкий О.В.* ММ-волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991, 168 с.
14. *Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Лебедева Н.Н.* Лечение электромагнитными полями. ч.2. - Биомедицинская радиоэлектроника, 2000, № 10, с.3-13.
15. *Киричук В.Ф., Головачева Т.В., Чиж А.Г.* КВЧ-терапия. Саратов. Изд-во Сар. гос. мед. ун-та. 1999, 360 с.
16. *Габбасов З.А., Попов Е.Г., Гаврилов И.Ю.* и др. Новый высокочувствительный метод анализа агрегации тромбоцитов - Лабор. дело, 1989, № 10, с.15-18.
17. *Astrup T., Mullertz S.* The fibrin plate method for estimating fiblinolytic aktiviti - Arch. Biochem. Biophys., 1952, v.40, p.346-351.
18. *Балуда В.П., Деянов И.И., Балуда М.В.* и др. Профилактика тромбозов. Изд-во СарГУ, Саратов, 1992, 176 с.
19. *Балуда В.П., Соколов Е.И., Балуда М.В.* и др. Манжеточная проба в диагностике состояния сосудистого звена системы гемостаза - Гематол. и трансфузиол., 1987, № 9, с.51-53.
20. *Киричук В.Ф.* Физиология крови. Саратов. Изд-во Сар. гос. мед.ун-та, 2002, 106 с.
21. *Griglewski R.J.* Interaction between endothelial secretogogues - Ann. Rev. Med., 1995, v.27, № 3, p.421-427.

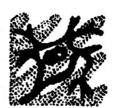
22. *Zuscher T.F., Tarner F.C., Tschudi M.R.* Endotelial dysfunction in coronary artery disease - Ann. Rev. Med., 1993, v.44, p.395-418.
23. *Takeja H., Suzuki K.* Anticoagulant and fibrinolytic system of the injired vascular endothelial cells – Rinsko.Biori., 1994, № 4, p.333-339.
24. *Катин А.Я.* Альтернативная медицина в кардиологии. Витебск, 1998, 560 с.

The effectiveness of EHF-therapy in correction of violations in microcircular hemostasis at the patients with general parodontitis coupled with diseases of the gastroduodenal regoin.

Kirichuk V.F., Shirokov V.U.

At the patients with chronic general parodontitis coupled with the different diseases of gastroduodenal region microcircular mechanism is violated at the expence of the reduction of thromboresistance of vascular wall's endothelium (antiaggregational and fibrinolytical activity) and of the rise of aggregational power of erythrocytes. The method of EHF-therapy restores microcircular hemostasis more effective in comparison with the traditional treatment.

Физико-химические свойства эритроцитов у больных хроническим генерализованным пародонтитом и их динамика при комбинированной КВЧ-терапии



Киричук В.Ф., Костин А.Ю.

Саратовский государственный медицинский университет

У больных хроническим генерализованным пародонтитом физико-химические свойства эритроцитов нарушены за счет перераспределения в них содержания сухого вещества и воды, обусловленных понижением проницаемости мембран эритроцитов, что приводит к повышению их плотности. Степень нарушений в показателях физико-химических свойств эритроцитов зависит от степени тяжести заболевания

Комбинированная КВЧ-терапия является более эффективным методом восстановления показателей физико-химических свойств эритроцитов по сравнению с традиционным методом лечения.

Введение

Пародонтит является достаточно распространенным заболеванием. В возрасте до 35 лет он встречается в 25-40 % случаев, а после 40 лет частота его возникновения возрастает до 80-90 % [1, 2]. Болезни пародонта являются причиной потери зубов и как следствие этого возникают различные изменения в височно-нижнечелюстном суставе, нарушение жевания, речеобразования [3, 4].

В патогенезе генерализованного пародонтита существенную роль играют системные процессы, в частности, нарушения микроциркуляции, сопровождающиеся снижением показателя тонуса сосудов, индексов периферического сопротивления и эластичности сосудов [5-7]. Одновременно нарушены реологические свойства крови, что сопровождается повышением вязкости крови как при малых, так и больших скоростях сдвига, способности эритроцитов к агрегации, в то время как деформируемость эритроцитов (их жесткость) находится в пределах физиологической нормы. [8]. Однако физико-химические свойства эритроцитов, оказывающие влияние на вязкостные свойства крови и способность эритроцитов к агрегации у больных хроническим генерализованым пародонтитом не изучены.

Традиционные методы лечения хронических пародонтитов недостаточно эффективны [7, 9]. В то же время электромагнитные волны крайне высокой частоты (КВЧ-терапия) успешно применяются в лечении многочисленных, в том числе стоматологических заболеваний [8, 10-13].

В связи с этим цель настоящего исследования – изучение физико-химических свойств эритроцитов у больных хроническим генерализованным пародонтитом и их динамики при комбинированной КВЧ-терапии.

Материал и методы

Обследовано 56 больных хроническим генерализованным пародонтитом обоего пола различной степени тяжести. Средний возраст больных составил 38,5 ± 2,7 лет. Контрольные исследования проведены на 34 практически здоровых лицах – добровольцах обоего пола в возрасте 37,2 ± 3,1 лет. Всем больным проводилось комплексное исследование пародонта: определялась глубина пародонтальных карманов, кровоточивость десен при зондирова-

нии, стойкость капилляров (по *Кулаженко*), подвижность зубов, индекс гигиены *Федорова-Володкиной*, пародонтальный индекс ВОЗ (CPJTN).

Физико-химические свойства эритроцитов оценивались методом спектра мутности [14] до начала и после завершения курса лечения. Проницаемость мембран эритроцитов изучалась по изменению трех физико-химических показателей: концентрации (г/100 мл) и содержания (пг) сухого вещества и воды в эритроците (%). Вычислялся показатель проницаемости мембран эритроцитов (в усл.ед.) как отношение содержания воды в эритроците к концентрации в нем сухого вещества [15].

В зависимости от проводимого лечения больные были разделены на 2 группы: первая – основная, в которой применялось комплексное лечение с использованием метода КВЧ-терапии (42 человека); вторая – группа сравнения, получавшая традиционное лечение (14 человек).

Для проведения КВЧ-терапии применяли аппарат «Явь-1» с длиной волны 7,1 мм. Воздействие проводилось на биологически активные точки кожи лица (Cv – 26, Cv-27, St-7, St-8) [16]. Суммарное время воздействия – 30 минут, количество сеансов – 10.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета программы «MEDSTAT».

Результаты и обсуждение

Установлено, что у больных хроническим генерализованным пародонтитом до начала лечения физико-химические свойства эритроцитов нарушены (табл.1). Это проявляется в статистически достоверном возрастании относительного и абсолютного показателей преломления эритроцитов, плотности эритроцитов, увеличении концентрации и содержания в них сухого вещества, в то же время происходило уменьшение содержания в эритроцитах воды. Показатель проницаемости мембран эритроцитов статистически достоверно снижался. Как видно из данных, представленных в табл.2, степень выраженности нарушений в физико-химических показателях эритроцитов зависит от тяжести течения хронического генерализованного пародонтита: при средне-тяжелой и особенно тяжелой степени заболевания нарушения в физико-химических свойствах эритроцитов выражены в большей мере, чем при легкой степени хронического генерализованного пародонтита.

После окончания курса комбинированной КВЧ-терапии происходит неполное восстановление показателей физико-химических свойств эритроцитов (табл.1), причем необходимо отметить, что эффективность их нормализации выражена в большей степени, чем у больных хроническим генерализованным пародонтитом группы сравнения, получавших только традиционное лечение. Степень восстановления параметров физико-химических свойств эритроцитов под влиянием комбинированной КВЧ-терапии зависела также от тяжести течения хронического генерализованного пародонтита. Так, при легкой степени заболевания происходит полное восстановление относительного и абсолютного показателей преломления эритроцитов, концентрации и содержания в них сухого вещества, содержания воды, плотности эритроцитов, а также показателя проницаемости мембран эритроцитов (табл.2). В то же время у больных со средне-тяжелым и тяжелым течением заболевания происходит лишь частичное восстановление показателей, характеризующих физико-химические свойства эритроцитов, но степень его выраженности при комбинированной КВЧ-терапии более значительна, чем у больных группы сравнения при использовании традиционного метода лечения.

Таким образом, нарушение реологических свойств крови у больных хроническим генерализованным пародонтитом обусловлены не только по-

вышением вязкости крови, агрегации эритроцитов, но и изменением физико-химических свойств эритроцитов, связанных со снижением проницаемости их мембран, возрастанием в них концентрации и содержания сухого вещества, снижением содержания воды. Это приводит к повышению плотности эритроцитов, что может быть одной из причин возрастания их жесткости (снижения деформируемости).

Табл.1. ***Физико-химические свойства эритроцитов у больных хроническим генерализованным пародонтитом и их динамика при комбинированной КВЧ-терапии (м± m)***

Показатели	Контроль (п = 34)	Больные хроническим генерализованным пародонтитом		
		До лечения (п= 42)	После лечения (п = 42)	Группа сравнения (п = 14)
Содержание эритроцитов в крови ($x10^{12}$/л)	4,68±0,19	4,46±0,14 $p_1>0,05$	4,77±0,16 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$ $p_3>0,05$	4,58±0,14 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$
Относительный показатель преломления эритроцитов (усл.ед.)	1,06±0,0006	1,09±0,0004 $p_1<0,001$	1,07±0,0005 $p_1<0,01$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	1,08±0,0006 $p_1<0,001$ $p_2<0,02$
Абсолютный показатель преломления эритроцитов (усл.ед.)	1,42±0,0008	1,46±0,0006 $p_1<0,001$	1,43±0,0005 $p_1<0,02$ $p_2<0,001$ $p_3<0,002$	1,45±0,0007 $p_1<0,001$ $p_2<0,002$
Концентрация сухого вещества в эритроцитах (в пГ)	28,45±0,09	34,45±0,12 $p_1<0,001$	30,27±0,07 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	32,72±0,14 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Содержание сухого вещества в эритроцитах (в %)	40,83±0,39	45,72±0,32 $p_1<0,001$	41,29±0,26 $p_1>0,05$ $p_2<0,001$ $p_3<0,001$	44,12±0,36 $p_1<0,001$ $p_2<0,02$
Содержание воды в эритроцитах (в %)	59,66±0,25	54,28±1,02 $p_1<0,01$	58,71±0,32 $p_1>0,05$ $p_2<0,02$ $p_3<0,001$	55,88±0,66 $p_1<0,002$ $p_2>0,05$
Плотность эритроцитов (в г/см²)	1,10±0,0009	1,12±0,0004 $p_1<0,001$	1,10±0,0007 $p_1>0,05$ $p_2<0,001$ $p_3<0,002$	1,11±0,0006 $p_1<0,01$ $p_2<0,01$
Показатель проницаемости мембран эритроцитов (усл.ед.)	1,46±0,03	1,19±0,04 $p_1<0,001$	1,42±0,03 $p_1>0,05$ $p_2<0,001$ $p_3<0,002$	1,27±0,07 $p_1<0,001$ $p_2>0,05$

Примечание: p_1 – по сравнению с контролем;
p_2 – по сравнению с данными до лечения;
p_3 – по сравнению с группой сравнения.

Табл.2. ***Физико-химические свойства эритроцитов у больных хроническим генерализованным пародонтитом различной степени тяжести и их динамика при комбинированной КВЧ-терапии (M±m)***

Показатели	Контроль (п = 34)	Степень тяжести		
		Легкая (п= 10)	Средне-тяжелая (п= 18)	Тяжелая (п= 14)
Содержание эритроцитов в крови (х10^{12}/л)	4,68±0,19	4,72 ± 0,24 / 4,70 ± 0,18 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$	4,57 + 0,19 / 4,64 ± 0,21 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$	4,42 ± 0,19 / 4,59 ± 0,23 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$
Относительный показатель преломления эритроцитов (усл.ед.)	1,06±0,0006	1,07 ± 0,0003 / 1,06 ± 0,0004 $p_1<0,02$ $p_2>0,05$	1,08 ± 0,0003 / 1,07 ± 0,0005 $p_1<0,001$ $p_2<0,02$	1,11 ± 0,0005 / 1,08 ± 0,0006 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Абсолютный показатель преломления эритроцитов (усл.ед.)	1,42±0,0008	1,44 ± 0,001 / 1,42 ± 0,0007 $p_1>0,05$ $p_2>0,05$	1,46 ± 0,0007 / 1,44 ± 0,001 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$	1,49 ± 0,001 / 1,46 ± 0,0002 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Концентрация сухого вещества в эритроцитах (в пГ)	28,45±0,09	30,12 ± 0,03 / 28,15 ± 0,04 $p_1<0,001$ $p_2>0,05$	36,17 ± 0,04 / 30,46 ± 0,05 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$	38,74 ± 0,02 / 31,02 ± 0,04 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Содержание сухого вещества в эритроцитах (в %)	40,83±0,39	41,72 ± 0,18 / 40,19 ± 0,27 $p_1<0,05$ $p_2>0,05$	44,16 ± 0,23 / 41,29 ± 0,36 $p_1<0,001$ $p_2<0,02$	46,44 ± 0,27 / 43,62 ± 0,31 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Содержание воды в эритроцитах (в %)	59,66±0,25	58,28 ± 0,16 / 59,81 ± 0,12 $p_1<0,02$ $p_2>0,05$	55,84 ± 0,17 / 58,71 ± 0,21 $p_1<0,001$ $p_2<0,02$	53,56 ± 0,14 / 56,38 ± 0,16 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Плотность эритроцитов (в г/см^2)	1,10±0,0009	1,11 ± 0,0008 / 1,10 ± 0,001 $p_1<0,02$ $p_2>0,05$	1,12 ± 0,0003 / 1,11 ± 0,0006 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$	1,14 ± 0,0008 / 1,12 ± 0,0004 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$
Показатель проницаемости мембран эритроцитов (усл.ед.)	1,46±0,03	1,39 ± 0,04 / 1,49 ± 0,03 $p_1<0,01$ $p_2>0,05$	1,27 ± 0,02 / 1,42 ± 0,03 $p_1<0,001$ $p_2>0,05$	1,15 ± 0,04 / 1,29 ± 0,05 $p_1<0,001$ $p_2<0,001$

Примечание: p_1 – сравнение данных до лечения и контроля
p_2 – сравнение данных после лечения и контроля
В числителе – до лечения, в знаменателе – после лечения

Выводы

1. У больных хроническим генерализованным пародонтитом физико-химические свойства эритроцитов нарушены за счет перераспределения в них содержания сухого вещества и воды, обусловленных понижением проницаемости мембран эритроцитов, что приводит к повышению их плотности.
2. Степень нарушений в показателях физико-химических свойств эритроцитов у больных хроническим генерализованным пародонтитом зависит от тяжести заболевания.

3. Комбинированная КВЧ-терапия является более эффективным методом восстановления показателей физико-химических свойств эритроцитов у больных хроническим генерализованным пародонтитом по сравнению с традиционным методом лечения.

Литература

1. *Данилевский Н.Ф., Борисенко А.В.* Заболевания пародонта. Киев: Здоров´я, 2000, 240 с.
2. *Иванов В.С.* Заболевания пародонта. М: Изд-во МИА, 1998, 160 с.
3. *Воложин А.И., Логинова Н.К.* Патофизиология пародонта. М.: изд-во ММСМ, 1994, 178 с.
4. *Калпакянц О.Ю., Петросов Ю.А., Сеферян Н.Ю.* Заболевания височно-нижнечелюстного сустава. Краснодар: изд-во Советская Кубань, 1996, 220 с.
5. *Золотарева Ю.Б., Гусева И.Е.* Влияние окклюзионных нарушений на течение воспалительного процесса в тканях пародонта - Стоматология, 2001, № 4, с.24-28.
6. *Кречина З.К.* Нарушения микроциркуляции в тканях пародонта при его заболеваниях и клинико-функциональное обоснование методов их коррекции. Автореф. дисс…. док.мед.наук. М., 1996, 42 с.
7. *Рисованный С.И.* Функциональная оценка состояния микроциркуляции при высокоинтенсивной лазерной терапии хронического пародонтита - Росс. стоматол. журнал, 2001, № 5, с.13-18.
8. *Киричук В.Ф., Лепилин А.В., Апальков И.П., Деревянченко И.А.* Применение КВЧ-терапии в лечении больных с генерализованным пародонтитом. // Межрегиональный сборник научных работ «Проблемы физической биомедицины», Саратов, 2003, с.83-88.
9. Цепов Л.М., Морозов В.Г., Николаев А.И. и др. Комплексный подход к диагностике и лечению хронического генерализованного пародонтита. - Стоматол., 2001, № 1, с.35-37.
10. *Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.* ММ-волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М., Радио и связь, 1991, 168 с.
11. *Девятков Н.Д., Голант М.Б, Бецкий О.В.* Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн. М., изд-во ИРЭ РАН, 1994, 160 с.
12. *Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Лебедева Н.Н.* Лечение электромагнитными полями. ч.2. - Биомед.радиоэлектроника, 2000, № 10, с.3-13.
13. *Киричук В.Ф., Головачева Т.В., Чиж А.Т.* КВЧ-терапия. Саратов. Изд-во СарГМУ, 1999, 310 с.
14. *Кленин В.И., Степовик Л.В., Хайрухлина А.Б., Чемалосов Р.Б.* Определение относительного показателя преломления, размеров и концентрации эритроцитов по спектру мутности. - Биофизика, 1978, т.23, в.4, с.658-660.
15. *Кулапина О.И.* Реологические свойства крови и проницаемость эритроцитарных мембран у больных ангинами и паратонзиллитами. Автореф. дисс. … канд. мед. наук, Саратов, 2002, 25 с.
16. *Катин А.Я.* Альтернативная медицина в кардиологии. Витебск, 1998, 560 с.

Physical and chemical characteristics of the erythrocytes in patients with chronic generalized periodontitis and their dynamics in combined EHF-therapy

V.Ph.Kiritcuk, A.Y.Kostin

Physical and chemical properties of the erythrocytes in patients with chronic generalized periodontitis are disordered due to redistribution of their dry substance and water content which is caused by reduction of erythrocyte membrane permeability that result in rise of their density. The degree of disturbance in the indexes of physical and chemical properties of the erythrocytes depends on the severity of the disease.

Combined EHF-therapy is the most effective method of indexes restitution of physical and chemical properties of the erythrocytes in contrast with the traditional method of treatment.

Генераторы шума в практике КВЧ-терапии



Чухраев Н.В., Писанко О.И.

НМЦ "МЕДИНТЕХ", г. Киев

Рассмотрены особенности конструкций и режимов работы генераторов шумового/квазишумового ЭМИ диапазона ММВ со спектральной плотностью выходной мощности 10^{-10} Вт/Гц...10^{-18}Вт/Гц, применяемых в практике КВЧ-терапии.

Вопрос о применении низких и сверхнизких интенсивностей электромагнитных излучений (ЭМИ) диапазона миллиметровых волн (ММВ) в практике КВЧ-терапии и по сей день остается дискуссионным, хотя с момента первых научных публикаций по данной проблеме прошло уже более 15 лет.

Что применить в лечебной практике - сигналы на фиксированных терапевтических частотах диапазона ММВ или шумовые/квазишумовые КВЧ-излучения, и сегодня остается "ноу хау" лечащего врача, зачастую обусловленное имеющейся в его распоряжении аппаратурой.

Настоящая работа еще раз подводит к вопросу о обоснованности и целесообразности применения в практике КВЧ-терапии низких и сверхнизких интенсивностей шумовых и квазишумовых ЭМИ диапазона ММВ.

Введение

В любой системе передачи информации от передатчика (генератора) к приемнику (потребителю) существует сигнал и шум. Различают регулярные (идеальные) сигналы, являющиеся детерминированными функциями времени, и реальные сигналы, которые по сути и несут в себе информацию, но их ход во времени и форма не определены, т.е. они являются нерегулярными (индетерминированными) функциями времени.

Ясно, что реальные сигналы постоянно флуктуируют, т.е. меняют свои параметры в процессе передачи. В связи с этим оказывается недостаточным рассматривать вопрос о механизмах действия низкоинтенсивного ЭМИ диапазона ММВ на приемную поверхность: рецепторное поле (РП); рефлексогенную зону (РЗ) или точку акупунктуры (ТА), с позиции только регулярных сигналов на выходе генератора, параметры которых измерены; его необходимо дополнить проверкой и испытанием сигналом, близким к реальному, а таковыми могут являться шумовые и квазишумовые КВЧ-излучения в области фиксированных терапевтических частот. Причем, плотность потока мощности ЭМИ (ППМ) должна быть значительно меньше 10 мВт/см^2.

Основная особенность шумового КВЧ-сигнала заключается в том, что в силу своей индетерминированности, мгновенное значение скорости нарастания частоты следования выбросов или всплесков, как в рассматриваемый, так и в последующие моменты времени не определены. Вследствие этого шумовые сигналы являются нерегулярными (случайными, флуктуационными, стохастическими).

Сравнивая шумовой (нерегулярный) и реальный (информационный) КВЧ-сигналы с позиции оценки лечебного действия на организм человека, можно отметить существенную черту, присущую им обоим. Это общее свойство состоит в том, что в процессе воздействия шумового КВЧ-излучения на РП, РЗ или ТА тела че-

ловека может реализоваться ситуация, когда "шум" обретет форму и параметры, соответствующие реальному, лечебно-информационному терапевтическому КВЧ-сигналу, а тем самым подменяет его.

Исходя из изложенного, можно сказать, что генератор шума – это устройство, предназначенное для создания (имитации) реальных (стохастических) шумовых сигналов при определенных условиях, могущих подменить реальные резонансные, лечебно-информационные, терапевтические сигналы.

Генераторы шумовых сигналов (ГШ) обладают рядом ценных качеств, из которых отметим следующие:

1. Сигнал на выходе ГШ при создании определенных технических условий по своей форме и структуре весьма близок к реальному лечебно-информационному терапевтическому сигналу;
2. Спектральный состав колебаний выходного шумового сигнала достаточно равномерен в широкой полосе частот и характеризуется спектральной плотностью потока мощности (СППМ) - S(ω), измеряемой в Вт/Гц;
3. По спектру излучаемых частот ГШ можно разделить на узкополосные (Δf≅0,1…5ГГц) и широкополосные, типа "белый шум", спектр которого охватывает значительный диапазон частот и назван так по аналогии со спектром частот белого света.

Источники некогерентных КВЧ-излучений

1. Аппарат для информационно-волновой терапии "Порог-1-ИВТ"

Уже в середине 80-х годов прошлого столетия было предложено и получено клиническое подтверждение эффективности применения в практике КВЧ-терапии сверхнизко интенсивных шумовых ЭМИ ММВ. Новый подход к реализации лечебного эффекта КВЧ-излучений основан на изучении роли ММВ, как экологического фактора во взаимодействии низкоинтенсивных ЭМИ диапазона 30-300 ГГц (λ=10…1 мм) с организмом человека, и особенностях направленного воздействия от оператора-экстрасенса на больного, когда организм больного сам "выбирает" необходимую для него терапевтически значимую, лечебно-информационную частоту из всего спектра частот внешне воздействующего шумового КВЧ сигнала [1-4].

Такой способ КВЧ-терапии заключался в бесконтактном воздействии на РП, РЗ или ТА поверхности тела человека шумовым КВЧ-излучением с S(ω) порядка $10^{-18}…10^{-17}$ Вт/Гц.

Первым аппаратом для практической реализации "шумовой" методики КВЧ-терапии было устройство для микроволновой рефлексотерапии "Порог" [5], которое относится к ГШ типа "белый шум" и состоит из задающего генератора шума, на выходе которого установлен фильтр верхних частот (ФВЧ) с трансформатором для формирования шумового излучения в диапазоне ММВ. На выходе прибора установлена антенна-излучатель, выполненная из диэлектрического материала.

Устройство работает следующим образом:

Шумовое широкополосное ЭМИ, сформированное задающим генератором (типа "искровой разряд"), проходит через ФВЧ, который "обрезает" спектр шумового излучения на определенной частоте ω_0 (рис.1), подавляет шумовой сигнал на частотах $\omega < \omega_0$. Трансформатор типа волн обеспечивает согласование сигнала на выходе ФВЧ со входом антенны-излучателя на частотах $\omega > \omega_0$.

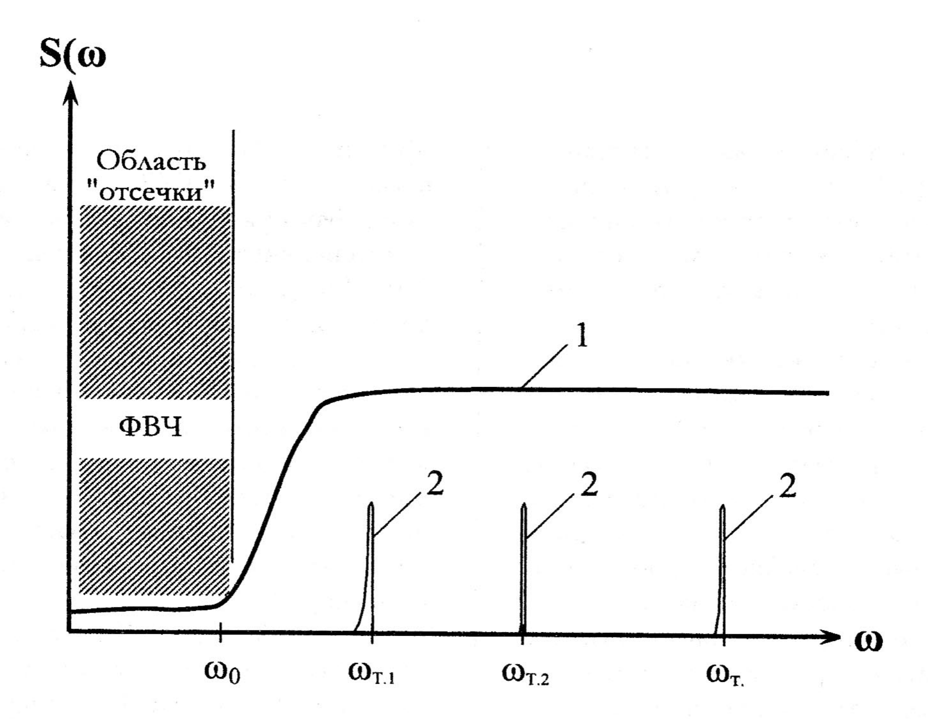


Рис.1. Принцип работы аппарата "Порог"
1 - спектр на выходе аппарата
2 - отдельные резонансные терапевтические частоты

Сформированный таким образом шумовой сигнал, т.е. ограниченный снизу ($\omega < \omega_0$), но достаточно широкополосный в область верхних частот ($\omega > \omega_0$), через антенну-излучатель подается на выбранную для лечебного воздействия РП, РЗ или ТА. Спектр излучаемого шумового КВЧ-сигнала содержит в себе и отдельные спектральные составляющие, частоты которых совпадают ("резонируют") с некоторыми терапевтическими, лечебно-информационными частотами $\omega_{т.1}$; $\omega_{т.2}\ldots\omega_{т.п.}$, что обеспечивает одновременное резонансное воздействие на многих из них. При этом, в силу стохастического характера шумового КВЧ-излучения, эффективность воздействия возрастает, т.к. шумовой КВЧ-сигнал по своим параметрам приближается к реальному, информационно-лечебному сигналу.

Для малых уровней ПМ шумового КВЧ-излучения организм сохраняет свойства нелинейной системы с высокой добротностью ($Q=\frac{\Delta\omega}{\omega_T}>1000$) по отношению к внешним излучениям на отдельных резонансных частотах и, напротив, по отношению к излучениям на других (не резонансных) частотах проявляет себя как линейная система. Поэтому, воздействуя на РП, РЗ или ТА организма человека шумовым КВЧ-излучением с равномерным распределением S(ω) в широкой полосе частот, охватывающих $\omega_{т.1}$; $\omega_{т.2}\ldots\omega_{т.п.}$, получаем выраженный терапевтический эффект. Отсюда же вытекает требование к уровням ПМ, при которых шумовая КВЧ-терапия имеет выраженный эффект и длительную ремиссию.

2. Аппараты для шумовой КВЧ терапии "Электроника-КВЧ-101Ш/101МШ"

При выполнении большой клинически-экспериментальной работы [6] был сделан анализ соответствия применяемых, индивидуально подобранных терапевтических частот, примененных при лечении неосложненной гастродуоденальной язвы с процентным соотношением больных в зависимости от лечебной полосы частот, охватывающим разное количество

индивидуальных терапевтических частот. Результаты приведены в табл.1. Видно, что чем шире полоса используемых частот КВЧ-излучения, охватывающая индивидуальные терапевтические частоты, применяемые при лечении больных, тем выше процент больных, поддающихся лечению способом КВЧ-терапии.

Табл.1. ***Зависимость % больных язвенной болезни от полосы частот КВЧ-излучения Δf, охватывающих индивидуальные терапевтические частоты***

Рабочая полоса частот относительно f_0, ГГц	Рабочий диапазон частот, включающий индивидуальные терапевтические частоты, ГГц	% больных, индивидуальные терапевтические частоты которых попадают в полосу частот ЭМИ Δf
61±3,5 %	58,865-63,135 (58,9-63,1)	98
61±3,0 %	59,162-62,838 (59,2-62,8)	92
61±2,5 %	59,475-62,525 (59,5-62,5)	85
61±1,6 %	60,024-61,976 (60,0-62,0)	78

Этот вывод послужил основой для создания аппарата "Электроника КВЧ-03" [7], в котором была реализована возможность электронной перестройки частоты в полосе 61 ГГц±2,5 % с шагом 5 МГц. Кроме того, был предусмотрен режим сканирования от 59,9 ГГц до 62,5 ГГц с интервалом 30 сек, а также режим ручной перестройки. Аппарат показал свою эффективность по сравнению с аппаратами, работающими на фиксированных частотах. Но остались присущие аппаратам с плавной перестройкой частоты недостатки: уходило много времени на подбор индивидуальных терапевтических частот, которые при этом имели неприятное свойство "плыть", как в течение лечебного сеанса, так и в течение дня от сеанса к сеансу.

И тогда мы вновь вернулись к вопросу применения ГШ в КВЧ-терапии с позиции использования шумовых сигналов в достаточно узких полосах (Δf = 0,5...5 ГГц), но с обязательным включением в качестве центральной одной из канонических фиксированных терапевтических частот (53,53 ГГц или 61,2 ГГц).

В устройстве для КВЧ-терапии [8] в качестве задающего широкополосного шумового генератора применен генератор на лавинно-пролетном диоде (ГЛПД), работающий в режиме до лавинного пробоя, когда на выходе ГЛПД шумовое КВЧ-излучение имеет S(ω) порядка $10^{-11}...10^{-9}$ Вт/Гц. Для нашего ГШ хорошо подходил волноводный канал 3,6x1,8 мм. Для работы на основном типе волны $H_{1.0}$ в этом тракте должны выполняться следующие требования:

$$\lambda^{H1.0} < \lambda_{кр}^{H1.0} = 2a = 7{,}2мм \quad (f = 41{,}67\ ГГц)$$

$$\lambda^{H1.0} < \lambda_{кр}^{H2.0} = a = 3{,}6мм \quad (f = 83{,}33\ ГГц),$$

где $\lambda_{кр}$ – критическая длина волны в волноводе, при которой распространение электромагнитной волны (ЭМВ) вдоль волновода отсутствует, своего рода длина волны "отсечки" для основного типа волны $H_{1.0}$. Из рис.2 видно, что прямоугольный волновод размером 3,6×1,8 мм служит ФВЧ для основной волны $H_{1.0}$ при f > 41,7 ГГц (λ < 7,2 мм), т.е. в полосу частот возбуждения основного типа волны $H_{1.0}$ в прямоугольном волноводном канале 3,6×1,8 мм попадают две терапевтиче-

ские фиксированные частоты f_{T1}=53,53 ГГц (λ=5,6 мм) и f_{T2}=53,53 ГГц (λ=4,92 мм). Но все сказанное относится к распространению ЭМВ в свободном пространстве, где групповая скорость $\upsilon_{гр}$ (скорость распространения сигнала) и фазовая скорость $\upsilon_ф$ (скорость распространения фазы) равны и совпадают со скоростью света С = $3 \cdot 10^8$ м/сек. При распространении ЭМВ в закрытом металлическом волноводе проявляется эффект дисперсии, заключающийся в том, что $\upsilon_{гр}$ и $\upsilon_ф$ зависят от λ(f), причем

$\upsilon_{гр} = c\sqrt{1-(\frac{\lambda}{\lambda_{вр}})^2} < c$	(1)

$\upsilon_{гр} = \frac{c}{\sqrt{1-(\frac{\lambda}{\lambda_{вр}})^2}} > c$	(2)

где λ – длина волны в свободном пространстве.

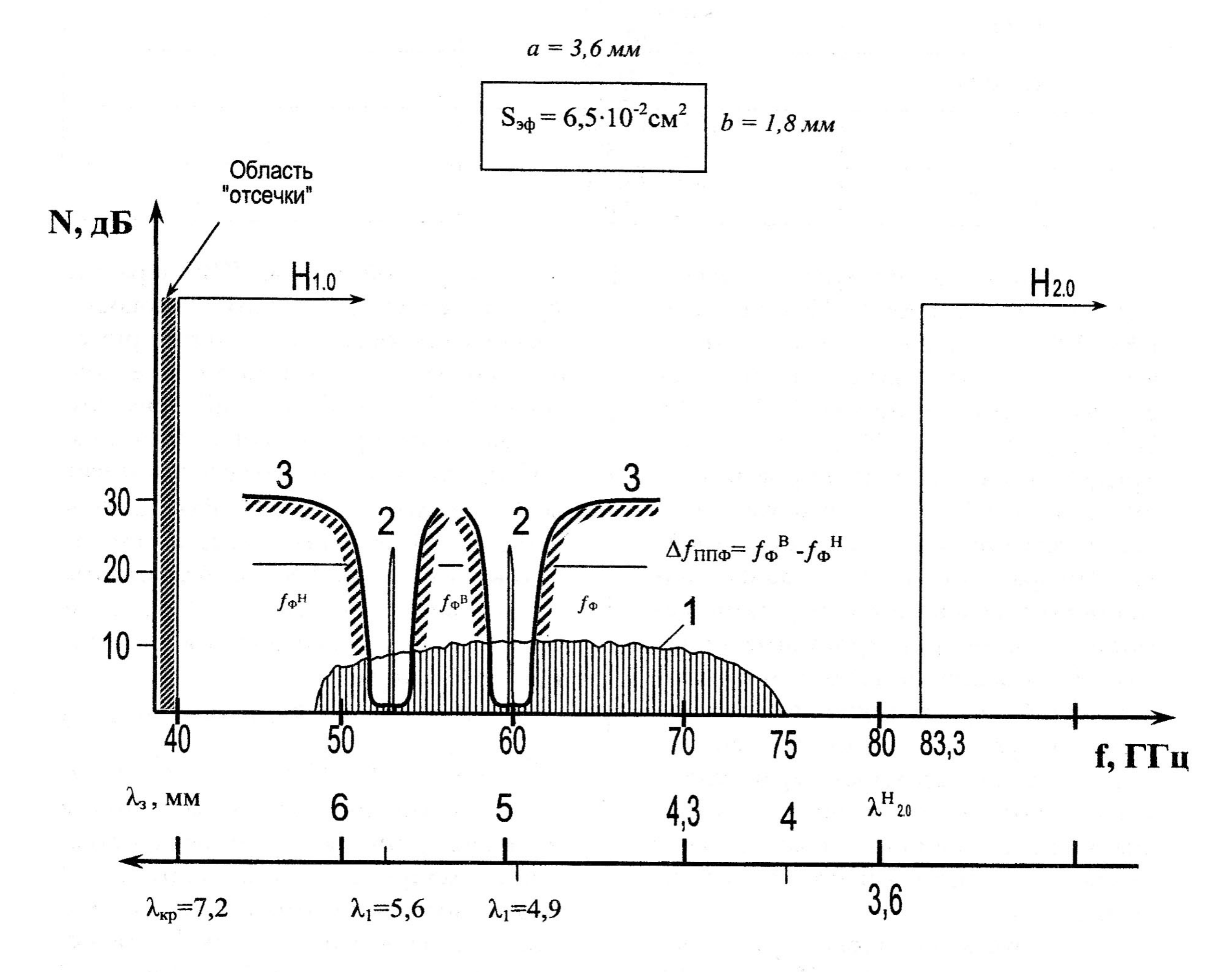


Рис.2. Графики, поясняющие работу ГШ на ЛПД с применением сменных ППФ

1. S(ω) ГШ на ЛПД
2. Фиксированные терапевтические частоты: 53,53 ГГц (λ_1=5,6 мм) и 61,2 ГГц (λ_1=4,9 мм)
3. Полосы пропускания и подавления шумового КВЧ сигнала при применении соответствующих ППФ

Таким образом $\upsilon_ф$ определяет длину ЭМВ в волноводе, $\lambda_в$ и равную

$$\lambda_в = \frac{\lambda}{\sqrt{1-(\frac{\lambda}{\lambda кр})^2}} \qquad (3)$$

Теоретически одномодовый ($H_{1.0}$) режим распространения ЭМВ в прямоугольном волноводе сохраняется в двукратном диапазоне волны (двукратной полосе частот). На практике используют диапазон частот, не превышающий полуторократную, т.к. вблизи частот близких к $\lambda_{кр}=2a=7{,}2$ мм большие потери энергии. Поэтому волноводный канал 3,6×1.8 мм хорошо работает в частотном диапазоне 50…75 ГГц. Особенностью ГШ, выполненных на базе ГЛПД и используемых в аппаратах "Электроника КВЧ-101Ш и 101МШ" [9, 10], является то, что на выходе широкополосного ($\Delta f \leq 10$ ГГц) генератора устанавливается полосно-пропускающий фильтр (ППФ) с регулируемой полосой пропускания ($\Delta f_{ППФ} = f_Ф^В - f_Ф^Н$) от 0,5 ГГц до 5 ГГц, пропускающий шумовое КВЧ-излучение только в полосе $\Delta f_{ППФ}$, и подавляющий на 20…30 дБ все шумовые сигналы на частотах вне полосы пропускания $f_Ф^В < f < f_Ф^Н$.

Таким образом обеспечивалось формирование шумового КВЧ-излучения в требуемой (табл.1) терапевтической полосе частот. Меняя ППФ с различным значением $Q = \frac{f0}{\Delta f ППФ}$, можно сформировать "окно прозрачности" с требуемой $\Delta f_{ППФ}$ для шумового КВЧ-излучения в любой части диапазона рабочих частот волноводного канала 3,6×1,8 мм. При этом, меняя ток питания ГЛПД, можно обеспечить $S(\omega)$ в пределах 10^{-11} до 10^{-9} Вт/ГЦ. Аппараты "Электроника КВЧ-101Ш и 101МШ" показали высокую эффективность при лечении ряда заболеваний и позволили во многих случаях почти полностью отказаться от способа и устройства для определения физиологически активных частот ЭМИ КВЧ [11].

3. Аппараты для квазишумовой КВЧ-терапии "Электроника-КВЧ-011/011ЧМ и 111"

Основанием для третьего, альтернативного направления создания источников некогерентного КВЧ-излучения послужили работы в области исследования особенностей генерации ЭМИ ГЛПД в режиме "отсечки", т.е. в условиях глубокой амплитудной модуляции тока питания ЛПД, когда происходит "развал" спектра выходного КВЧ-сигнала, и он по своей форме и частотному заполнению приближается к шумовому, но в то же время имеет выраженный дискретный характер, обусловленный частотами повторения модулирующих прямоугольных импульсов. Такой режим авторы назвали квазишумовым.

Так возникла идея создать генератор квазишумового КВЧ-излучения на базе круглого волновода, работающего на основном типе волны $H_{1.1}$. В этом случае $\lambda_{кр}^{H1.1} = 3{,}42R$, где К – радиус волновода. Отсюда следует, что источник квазишумового КВЧ-сигнала, работающий в области терапевтических частот 53,53 ГГц и 61,2 ГГц, выполненный на базе круглого металлического волновода, может быть достаточно малогабаритным [12], а весь аппарат для квазишумовой КВЧ-терапии – портативным, что и реализовано в приборах "Электроника КВЧ-011/011ЧМ и 111" [13, 15]. Принцип работы аппаратов состоит в следующем:

Если постоянный ток питания ГЛПД модулировать по амплитуде импульсами прямоугольной формы, то радиосигнал на выходе генератора имеет форму и энергетический спектр, приведенные на рис.3. Если считать, что:

$I_{ПУСК}$ – пусковой ток ГЛПД;

I_P – рабочий ток ГЛПД в режиме монохроматического выходного КВЧ-сигнала;

I_M – амплитудное значение тока модуляции,

то "развал" спектра выходного КВЧ-сигнала и превращение его в шумоподобный (квазишумовой) наступает при условии

$$I_M > I_P - I_{ПУСК} \qquad (4)$$

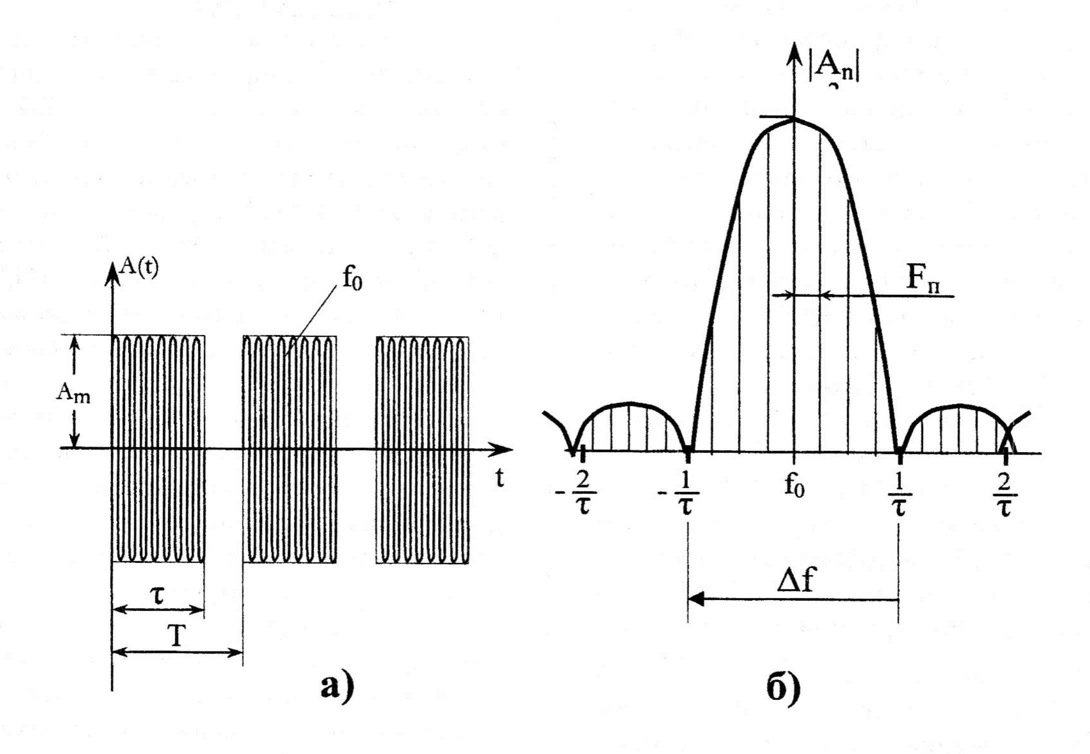


Рис.3. Принцип формирования квазишумового КВЧ-излучения

а) КВЧ-колебания на несущей терапевтической частоте f_0 при импульсной модуляции тока питания ГЛПД импульсами прямоугольной формы;

б) Спектр выходного КВЧ-сигнала, $\Delta f = 2/\tau$

Реальный выходной КВЧ-сигнал можно рассматривать как нерегулярный сигнал, состоящий из непрерывных гармонических колебаний $I=I_M \sin\omega t$ различной амплитуды, частоты и фазы. В этом случае амплитудный (энергетический) спектр импульсного, прямоугольной формы КВЧ-сигнала можно представить следующим выражением:

$$A_n = A_m \cdot F_n \cdot \tau \frac{\sin(n\pi F_n \cdot \tau)}{n\pi F_n \cdot \tau}, \qquad (5)$$

где: A_n – амплитуда n-ой гармоники;

A_m – амплитуда КВЧ-импульса;

τ – длительность импульса;

$F_n = 1/T$ – частота повторения импульсов.

Для практических целей большой интерес представляет распределение мощности по спектру частот, определяемой квадратом модуля выражения (5) т.е. $|A_n|^2$, график которого приведен на рис.3б. Отсюда получаем выражение для ширины спектра прямоугольного КВЧ-импульса

$$f_б - f = \frac{n}{t}, \qquad (6)$$

где:

f – частотные составляющие спектра;

$f_б$ – несущая частота КВЧ сигнала, соответствующая одной из канонических терапевтических частот.

Из (6) видно, что основная энергия ЭМИ сосредоточена между двумя первыми минимумами функции $|A_n|^2$, т.е. между значениями n=1. Например, при $\tau=1 \cdot 10^{-6}$сек=1мксек, $\Delta f = 2/\tau = 2$ МГц. Отсюда следует, что меняя длительность τ, можно менять Δf и соответственно $S(\omega)$, а изменяя F_n, можно управлять частотным наполнением энергетического спектра выходного квазишумового КВЧ-сигнала.

Как показано в [16] и в наших работах, $S(\omega)$ может достигать значений $10^{-14}\ldots10^{-12}$ Вт/Гц при $\Delta f \cong 0{,}5\ldots5$ ГГц.

Отметим, что одним из первых аппаратов, на выходе которого можно было получить подобие квазишумового КВЧ сигнала, был аппарат "Явь-1" [17], в котором изначально был заложен режим частотной модуляции ("девиация частоты") в полосе $f_0 \pm 50$ МГц, где f_0 (λ_p) – несущие фиксированные, лечебно-информационные волны λ=7,1 и 5,6 мм. Такой режим должен был обеспечить терапевтический эффект при воздействии низкоинтенсивного КВЧ-излучения за счет попадания в окно биологически резонансных откликов.

Простота применения, малые габариты и масса, доступная для потребителя цена позволяют сказать, что аппараты с применением низко- и сверх низкоинтенсивного шумового и квазишумового КВЧ-излучения образуют свой самостоятельный класс аппаратов, используемых в практике ММ-терапии.

К этому классу аппаратов, кроме вышеперечисленных, относятся известные, широко применяемые в Российской федерации, странах СНГ и дальнем зарубежье приборы "Арцах" [18]; "Амфит-0,2/10-01" [19, 20]; "Стелла" [21] и новые аппараты серии "МИТ-1" [22].

Заключение

1. Можно утверждать, что одним из альтернативных по отношению к монорезонансной КВЧ-терапии, использующей в своей практике фиксированные, лечебно-информационные терапевтические частоты диапазона ММВ, является метод с использованием сверх низкоинтенсивных ($S(\omega) \cong 10^{-10}$Вт/Гц$\ldots10^{-17}$Вт/Гц) и менее шумовых и квазишумовых ЭМИ КВЧ.
2. В основе аппаратуры для шумовой КВЧ-терапии могут применяться ГШ с полосой излучени, практически во всем диапазоне ММВ или узкополосные, формирующие полосу излучения порядка 0,1…3 ГГц относительно несущей, фиксированной, лечебно-информационной, терапевтической частоты.
3. ГШ в силу специфики режима работы имеет уровень выходной мощности, обеспечивающий кроме попадания в резонанс терапевтической частоты, также и пороговые значения мощности ЭМИ, при которых обеспечиваются эффекты переизлучения.
4. Подтверждением изложенного в п.п.1-3 служат работы последних лет, выполненные в г. Саратове. Показано [23], что резонансные спектры воды, водных растворов и тканей организма человека, полученные по вторичному отклику в дециметровом диапазоне длин волн, обусловлены воздействием КВЧ-сигнала в узких полосах диапазона ММВ: Δf=49,5…58,5 ГГц ($f_{т.1}$=50,3 и $f_{т.1}$=51,8 ГГц); Δf_2=63,5…66,5 ГГц ($f_{т.3}$=64,5 и $f_{т.4}$=65,5 ГГц); Δf_3=94…106 ГГц ($f_{т.5}$=95 и $f_{т.6}$=105 ГГц). Причем эффект "СПЕ" наблюдается при уровнях мощности, лежащих в

пределах от 0,1 мкВт до 1 мкВт. Так, для Δf_1 и Δf_2, имеющих полосу $\Delta f \cong 3$ ГГц и среднем ПМ = 0,6 мкВт = $6 \cdot 10^{-7}$ Вт, получаем $S(\omega) \cong 2 \cdot 10^{-16}$ Вт/Гц.

5. Используя ГШ с ППФ можно сформировать шумовой КВЧ-сигнал в новых полосах Δf_1 и Δf_2, которые находятся в рабочей полосе частот в прямоугольном волноводе 3,6x1,8 мм, при возбуждении ЭМВ на основном типе $H_{1.0}$ и обеспечив соответствующую $S(\omega)$, следует ожидать подтверждения эффекта "СПЕ".
6. Методика КВЧ-терапии с использованием шумового/квазишумового сигнала более проста и доступна для широкого круга медицинских работников, т.к. основным критерием, обеспечивающим эффективность лечения, являются место и время воздействия.
7. Аппаратура для обеспечения метода шумовой/квазишумовой КВЧ-терапии более проста в эксплуатации, а значит и более надежна. В то же время, в приборах этого класса возможно применение всех видов и режимов модуляции, начиная от самых простых (амплитудной модуляции) и до самых сложных, с использованием в электронных блоков питания, контроля и управления микро-ЭВМ, в память которых можно "зашить" десятки режимов излучения, т.е. создаются условия, когда разработчики аппаратуры для КВЧ-терапии реально опережают потребность в применении того или иного метода или режима работы, о полезности которого можно судить только по результатам эксперимента или клинической апробации, выполняемых врачами. Последнее слово за ними!

🕮 Литература

1. *Гассанов Л.Г., Писанко О.И., Пясецкий В.И.* Роль экологического фактора во взаимодействии низкоинтенсивных ЭМП КВЧ с организмом человека - Вестник АН УССР, 1998, № 10, с.33-38
2. *Волченко В.Н., Колбун Н.Д., Лобарев В.Е., Белоногов А.П.* – Методика акупунктурного воздействия ЭМИ ММ диапазона для регулирования состояния человека. VI Всес. семинар "Применение ММ излучения низкой интенсивности в биологии и медицине". – Тез.докл. - М.; ИРЭ АН СССР, 1986, с.97.
3. *Колбун Н.Д.* Новый способ и устройство для КВЧ-терапии. Экспериментальные исследования воздействия низкоинстенсивного КВЧ шума на биологические объекты. VII Всес. семинар "Применение КВЧ излучения низкой интенсивности в биологии и медицине". – Тез. докл. – М.; ИРЭ АН СССР. 1989, 42, с.132.
4. *Гассанов Л.Г., Пясецкий В.И., Писанко О.И. и др.* Опыт первого применения некогерентного низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ диапазона. VII Всес. семинар "Применение КВЧ излучения низкой интенсивности в биологии и медицине". – Тез. докл. – М.; ИРЭ АН СССР. 1989, с.3.
5. *Ситько С.П., Лобарев В.Е., Колбун Н.Д.* Устройство для микроволновой рефлексотерапии. - А.С. СССР №1611345. – 1990. Бюл. № 45.
6. *Гассанов Л.Г., Писанко О.И., Пясецкий В.И. и др.* Применение ЭМИ КВЧ низкой интенсивности для лечения неосложненной гастродуоденальной язвы - Электронная промышленность, 1987, вып.1, с.30-32.
7. *Балаба А.Н., Писанко О.И., Мендрул Н.Г., Скляров С.П.* Аппарат "Электроника КВЧ-03" - Электронная промышленность, 1988, вып.2, с.50-52.
8. *Гассанов Л.Г., Писанко О.И., Пясецкий В.И. и др.* Устройство для КВЧ-терапии. – А. С. СССР №1697850. 1991. Бюл. № 46.
9. *Гассанов Л.Г., Писанко О.И., Пясецкий В.И.* Аппараты "Электроника КВЧ" и их применение в биологии и медицине. – Киев, Общ-во "Знание" УССР, 1990, 26 с.
10. Аппаратный комплекс "Электроника КВЧ" и его применение в медицине // Под ред. чл.-кор. АН УССР *Л.Г.Гассанова.* – М.; ВИМИ. 1991, 158 с.

11. *Геращенко С.И., Писанко О.И., Пясецкий В.И., и др.* Способ определения физиологически активных частот ЭМИ и устройство для его осуществления. – А.С. СССР № 1833349. 1993. Бюл.30.
12. *Писанко О.И., Чухраев Н.В.* Излучатель портативный для аппаратов био- и мультирезонансной КВЧ-терапии – Патент Украины № 3085. 1999. Бюл. №7.
13. *Писанко О.И., Самосюк И.З., Мендрул Н.Г. и др.* Аппарат "Электроника КВЧ-011" для информационной КВЧ-терапии // Миллиметровые волны в биологии и медицине – 1995, № 6, с.38-42.
14. *Писанко О.И., Мендрул Н.Г., Бицюн А.В.* Устройство для КВЧ-терапии. Патент РФ №2040928. 1995. Бюл. № 22.
15. *Писанко О.И., Хатнюк О.Б., Шляхтиченко И.Н. и др.* Аппараты ММ-терапии "Электроника КВЧ-111" // терапии // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1994, № 4, с.57-61.
16. *Кокорин И.А.* Особенности режима глубокой модуляции тока питания генераторов на ЛПД - Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ. 1984, вып.2, с.25-27.
17. *Дедик Ю.В.* Установка для КВЧ-терапии "Явь-1" // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1992, № 1, с.65-68.
18. *Теппоне Михаил, Авокян Роман.* Практическое руководство по КВЧ-терапии. – М.; ЗАО "МИЛТА". 2001.- 68 с.
19. *Карнаухов А.В., Анисимов С.И., Алябина Н.А. и др.* Аппарат КВЧ-терапии с шумовым излучением "Амфит-0,2/10-01" и некоторые аспекты его применения в медицине. // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1999, № 2 (14), с.49-53.
20. *Азов.Н.А., Азова Е.А., Карнаухов А.В., Анисимов С.И.* КВЧ-терапия низкоинтенсивным шумовым излучением в педиатрии. // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2000, № 2 (18), с.21-25.
21. *Беляков С.В., Бецкий О.В., Яременко Ю.Г.* Состояние и тенденции развития аппаратуры для КВЧ-терапии - Биомедицинская радиоэлектроника. 1998, № 3, с.50-56
22. *Самосюк И.З., Чухраев Н.В., Шимков Г.Е. и др.* Терапия ЭМВ миллиметрового диапазона (КВЧ-терапия, МРТ, ИВТ) / Научно-практические материалы по применению физических факторов в клинической и курортной практике, ЗАО НМЦ. "МЕДИНТЕХ". – Киев, 1998, вып.1, 140 с.; 1999, вып.2, 192 с.
23. *Синицын Н.И., Петросян В.И., Елкин В.А. и др.* Особая роль системы "миллиметровые волны – водная фаза" в природе - Биомедицинская радиоэлектроника. 1998, 1, с.5-23; 1999, 1, с.3-21.

Noise oscillators for practice EHF therapy

N.V.Chuckrajev, O.I.Pysanko

Peculiarity of design and functions microwaves noise oscillators, with spectra power 10^{-10}W/Hz ÷10^{-18}W/Hz, for practice EHF therapy are presented.

Использование КВЧ-терапии в гериатрической практике в условиях санатория-профилактория



Криницын В.А.

Санаторий-профилакторий "Каменская здравница", г.Каменск-Уральский Свердловской области

Метод КВЧ-терапии стал широко использоваться в санатории-профилактории "Строитель" с 1990 г. (в 2001г. был реорганизован в муниципальное учреждение "Санаторий-профилакторий "Каменская здравница"). Всего за 12-летний период пролечено с помощью КВЧ-терапии около 6000 человек в возрасте от 6 до 85 лет.

Табл.1. ***Статистические данные по КВЧ-терапии в санатории-профилактории "Строитель" с 1990 по 2000 г.***

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Чел.	11	409	338	270	198	189	183	304	348	211	112
Процед.	85	4309	3269	2604	1776	1862	1744	2863	3090	1927	887

Примечание: всего - 2572 чел., процедур - 24416; на 1 чел. - 9,5

Возрастной состав пациентов в этот период был представлен преимущественно людьми трудоспособного возраста, а в летнее время - детьми.

Особенностью лечения пациентов в условиях санаториев-профилакториев является то, что практически у всех их заболевания находятся вне обострения, т.е. отсутствует выраженная симптоматика, и для лечения используются методы физиобальнеотерапии. Многие физические факторы, используемые в лечебной практике, особенно электромагнитное излучение, имеют локальное применение и не обладают выраженным профилактическим действием.

КВЧ-терапия оказалась в условиях санатория-профилактория универсальным методом, который помогал практически всем, почти во всех случаях, и почти при всех болезнях.

После реорганизации санатория-профилактория в 2001 г. возрастной состав отдыхающих сменился в сторону пожилого и старческого контингента, т.к. учреждение стало медико-социальным, предназначенным для лечения пенсионеров.

Контингент пожилых пациентов отличает наличие у них различной сочетанной патологии.

Особенность использования для лечения пациентов в пожилом и старческом возрасте физиобальнеологических факторов заключается в том, что многие из них либо противопоказаны, либо показания к их применению резко ограничены. Уникальность применения миллиметровой терапии нетепловой интенсивности в том, что ее воздействие неспецифично и не направлено в точку болезни. Ее можно назначать всем, она хорошо переносится и в большинстве случаев дает положительный эффект. Опыт ис-

пользования КВЧ-терапии в гериатрической практике санатория-профилактория "Каменская здравница" подтверждает это.

Табл.2. ***Возрастно-половой состав лиц. пролеченных в санатории-профилактории в 2001-2002 г. (стационарно)***

	60-65 лет	65-70 лет	70-75 лет	старше 75 лет
Женщины	157	158	144	125
Мужчины	24	25	29	15
Всего	181	183	173	140

Из таблицы 2 видно, что 537 человек составляли лица пожилого и 140 старческого возраста. Практически всем назначалась КВЧ-терапия в сочетании с другими методами лечения. Переносимость КВЧ-терапии была хорошей, улучшение самочувствия отмечено в 95 % случаев.

Кроме того, в санатории-профилактории проводилось лечение пациентов подобных возрастных групп амбулаторно.

Табл.3. ***Возрастно-гюловой состав лиц. пролеченных амбулаторно в 2001-2002 гг.***

	60-65 лет	65-70 ле	70-75 лет	старше 75 лет
Женщины	281	192	149	50
Мужчины	15	8	4	4
Всего	296	200	153	54

Из таблицы 3 видно, что 649 человек составляли лица пожилого и 54 – старческого возраста. Практически всем (95 % случаев) КВЧ-терапия назначалась в виде монотерапии. Переносимость КВЧ-терапии была хорошей, улучшение самочувствия отмечено в 65-80 % случаев в зависимости от заболевания. Каких-либо серьезных осложнений не отмечено, за исключением редких случаев кратковременного усиления болевого синдрома при артритах и отсутствия положительного эффекта при коксартрозах.

Всего было отпущено 10902 КВЧ-процедуры, в среднем по 7,9 на одного пациента. В предыдущие годы воздействие проводили преимущественно на область коленных суставов, последний год на биологически активные зоны. Сравнительная эффективность не рассчитывалась.

Заболевания, по поводу которых назначалась КВЧ-терапия в пожилом и старческом возрасте: гипертоническая болезнь 2-3 степени, ИБС, сахарный диабет, остеохондрозы, хронические заболевания органов дыхания и пищеварительной системы, урологические заболевания и другие.

Обобщая результат воздействия нетеплового ММ-излучения на пожилой и старческий организмы, отягощенные разнообразными заболеваниями, можно отметить следующее.

Почти у всех улучшается состояние дыхательной системы, обмен веществ, снижается уровень сахара в крови, уменьшаются боли в суставах, нормализуется сон, повышается жизненный тонус и активность. Эти проявления можно считать биологическим омоложением организма.

Лечение ЭМИ ММ-диапазона очень эффективно у пожилых и стариков в виде монотерапии, что в ряде случаем позволяет снижать употребление медикаментов. На наш взгляд ММ-терапия в обязательном порядке должна использоваться в гериатрической практике.

Использование КВЧ-терапии с целью снижения заболеваемости детей



Криницын В.А.

Санаторий-профилакторий "Каменская здравница", г.Каменск-Уральский Свердловской области.

Одной из важнейших задач, стоящих перед медицинской наукой и здравоохранением, является снижение общей заболеваемости. Особенно актуальна эта задача в сохранении здоровья детей и подростков. В настоящее время лечебно-профилактических методов, реально влияющих на снижение уровня общей заболеваемости детского и подросткового контингента, имеется очень ограниченное количество. Кроме того, многие из них не могут массово применятся из-за трудоемкости или требуют значительных денежных средств.

В качестве альтернативного метода, реально влияющего на уровень общей заболеваемости детей, мною была выбрана КВЧ-терапия. Использовать электромагнитное излучение ММ-диапазона в целях повышения иммунных сил детского организма позволил опыт использования КВЧ-терапии в условиях санатория-профилактория, где за период с 1990 г. по 2000 г. лечение электромагнитным излучение (ЭМИ) ММ-диапазона на аппаратах "Явь-1" прошло свыше 4500 человек, в том числе немало и детей. Систематического наблюдения за пролеченными не велось, но тем не менее последующий опрос части из них выявлял, что однажды полученный курс КВЧ-терапии приводил к тому, что в последующий год и более человек болел реже, часто и вообще переставал болеть так называемыми простудными инфекциями.

Кроме того, существенным аргументом было то, что использовались метод, разрешенный к применению в медицинской практике, и сертифицированная медицинская аппаратура.

Возможность массового применения ЭМИ ММ-диапазона нетепловой интенсивности с целью повышения иммунитета и снижения общей заболеваемости детей представилась в феврале 2000 г., в период технологического простоя санатория-профилактория. Персонал физиотерапевтического кабинета и 3 аппарата "Явь-1" (2 - с длиной волны 5,6 мм, 1 - с длиной 7,1 мм) были направлены в одну из школ города.

Отбор и направление детей на лечение, а также дальнейшее наблюдение проводилось школьным врачом. Всего было пролечено 83 ребенка в возрасте от 10 до 16 лет. В том числе:

- группа часто болеющих - 40 детей;
- хронические заболевания лор-органов - 8 детей;
- хронические заболевания органов дыхания - 7 детей;
- хронические гастроэнтериты - 25 человек;
- язвенная болезнь 12-ти перстной кишки - 3 человека.

Профилактическое лечение всем детям проводилось по одной методике: 20 минут на кожу в области коленного сустава по 10 процедур ежедневно.

Оценка заболеваемости детей, получивших профилактическое лечение на аппаратах "Явь-1", в течение последующего года была проведена школьным врачом. В результате:

- обострений хронических заболеваний не было;
- частота простудных заболеваний резко снизилась.

Выводы

1. КВЧ-терапия очень эффективна в качестве профилактического метода для снижения общей заболеваемости детей и подростков.
2. Профилактическое использование КВЧ-терапии в детских коллективах не имеет противопоказаний, технологически не сложно, не требует специально обученного персонала и больших денежных затрат.

Следующим этапом автор планирует проведение профилактического лечения детей с целью снижения общей заболеваемости в большем масштабе и с более тщательным сравнительным анализом.

Опыт использования в лечебной практике воды, обработанной КВЧ-излучением



Криницын В.А.

Санаторий-профилакторий "Каменская здравница", г.Каменск-Уральский Свердловской области.

В условиях санатория-профилактория лечение с использованием аппаратуры, генерирующей электромагнитное излучение миллиметрового диапазона, проводится с 1990 г. В лечебной практике используются аппараты "Явь-1" с длиной волны 5,6 мм (3 шт.) и 7,1 мм (1 шт.)

За эти годы КВЧ-терапию получило свыше 6000 человек. Положительный эффект в среднем при различных заболеваниях достигался в 70-80 % случаев при отсутствии осложнений. Личный опыт, полученный за эти годы, развеял какие-либо сомнения в эффективности метода.

В 2001 г. на рабочем совещании врачей мною была получена информация о приобретении лечебных свойств водой, обработанной КВЧ-излучением.

Случай проверить это на практике представился в марте 2002 г.

Больная Васильева В.А., 1954 г.р. Больна в течение нескольких лет. В 1996 г. поставлен Д-з: Острая рассеянная энцефалопатия с церебральным тетрапарезом, прогрессирующее течение. Инвалид 1 гр. В качестве базисной терапии принимала преднизолон в количестве 20 мг.

К моменту начала лечения (март 2002 г.) КВЧ-обработанной водой больная плохо передвигалась по квартире, из-за резкой слабости и болевого синдрома не могла даже незначительное время находиться в сидячем положении, отсутствовали движения пальцев нижних конечностей и были значительные ограничения движения пальцев рук.

Обычная ключевая вода обрабатывалась по собственной методике с помощью аппарата "Явь-1" с длиной волны 5,6 мм. Срок использования воды после обработки составлял до нескольких дней.

Курс лечения водой составил 4 недели по 1 стакану 2-3 раза в день. Каких-либо изменений в медикаментозной терапии не проводилось, дополнительные медикаменты не назначались.

К концу второй недели больная почувствовала уменьшение слабости, болевого синдрома, появились движения пальцев ног, исчезла тяжесть в эпигастральной области. Смогла достаточно долго сидеть, стала принимать участие в домашнем хозяйстве и самостоятельно спускаться с 4 этажа на улицу и подниматься обратно.

В октябре обследована в условиях неврологического отделения ОКБ № 1 г.Екатеринбурга, поставлен Д-з: G 37.8. Другие уточненные демиелонизирующие болезни центральной нервной системы. Хроническая демиелонизирующая инфекция нервной системы по типу энцефалопатии с тетрапарезом, больше выраженным в правой ноге, тазовыми нарушениями по типу императивности, легкими мозжечковыми расстройствами, легко прогрессирующее течение, субкомпенсация. Хроническая железодефицитная анемия.

Осмотрена мною в ноябре с.г. Со слов пациентки эффект от лечения все еще сохраняется удовлетворительное самочувствие, минимум активности по квартире сохраняется, самостоятельно на улицу спускаться не может. Принимает преднизолон в количестве 20 мг и препараты железа.

Вывод: Вода, обработанная электромагнитным излучением ММ-диапазона, обладает лечебным действием.

Цена договорная **Индекс 47816**